



**You have downloaded a document from  
RE-BUŚ  
repository of the University of Silesia in Katowice**

**Title:** Mszyce (Hemiptera, Aphidinea) wybranych zbiorowisk roślinnych centralnej części Garbu Tarnogórskiego i ich związki trofobiotyczne z mrówkami

**Author:** Łukasz Depa

**Citation style:** Depa Łukasz. (2008). Mszyce (Hemiptera, Aphidinea) wybranych zbiorowisk roślinnych centralnej części Garbu Tarnogórskiego i ich związki trofobiotyczne z mrówkami. Praca doktorska. Katowice : Uniwersytet Śląski

© Korzystanie z tego materiału jest możliwe zgodnie z właściwymi przepisami o dozwolonym użytku lub o innych wyjątkach przewidzianych w przepisach prawa, a korzystanie w szerszym zakresie wymaga uzyskania zgody uprawnionego.



UNIwersytet ŚLĄSKI  
W KATOWICACH



Biblioteka  
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

Uniwersytet Śląski  
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska  
Katedra Zoologii

**ŁUKASZ DEPA**

**Mszyce (Hemiptera, Aphidinea) wybranych zbiorowisk roślinnych  
centralnej części Garbu Tarnogórskiego  
i ich związki trofobiotyczne z mrówkami**

Praca doktorska wykonana pod kierunkiem  
prof. dr. hab. WACŁAWA WOJCIECHOWSKIEGO

**KATOWICE 2008**

Panu Profesorowi dr. hab.  
Wacławowi Wojciechowskiemu  
za życzliwość oraz bezcenną i wszechstronną pomoc  
udzieloną mi na każdym etapie pisania niniejszej pracy  
serdecznie dziękuję.

Dziękuję także Pani Profesor Joannie Pętał,  
Panu Profesorowi Wojciechowi Czechowskiemu  
i Panu Profesorowi Aleksandrowi Radchenko  
za konsultacje i udzielone wskazówki.

Dziękuję również moim Rodzicom  
za wyrozumiałość i cierpliwość.

## SPIS TREŚCI

1.	<b>Wstęp</b> .....	5
2.	<b>Obszar badań</b> .....	8
2.1.	Budowa geologiczna, rzeźba terenu i pokrywa glebowa.....	8
2.2.	Klimat obszaru badań i przebieg zjawisk pogodowych w okresie badań.....	9
2.3.	Opis powierzchni badawczych.....	10
3.	<b>Metodyka badań</b> .....	14
3.1.	Metody zbierania i opracowywania materiału w badaniach ilościowych i jakościowych.....	14
3.1.1.	Badania jakościowe.....	14
3.1.2.	Badania ilościowe.....	14
3.2.	Analiza danych w badaniach ilościowych.....	15
3.2.1.	Zagęszczenie gniazd $D_n$ .....	15
3.2.2.	Stażność występowania $C$ .....	16
3.2.3.	Dominacja $D$ .....	16
3.2.4.	Wskaźnik $Q$ .....	16
3.2.5.	Współczynnik wierności $W$ .....	16
3.3.	Różnorodność gatunkowa.....	18
3.4.	Podobieństwa zgrupowań.....	19
3.5.	Analiza dyskryminacyjna.....	21
3.6.	Częstość odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki.....	22
3.7.	Charakterystyka ekologiczna.....	23
3.8.	Charakterystyka chorologiczna.....	23
4.	<b>Wyniki</b> .....	25
4.1.	Charakterystyka zgrupowań mszyc na powierzchniach badawczych .....	25
4.2.	Badania jakościowe.....	29
4.3.	Podobieństwa zgrupowań .....	30
4.4.	Charakterystyka zgrupowań mszyc.....	31
4.5.	Analiza chorologiczna.....	33
4.6.	Analiza ekologiczna.....	34

4.7.	Analiza różnorodności gatunkowej zgrupowań mszyc na poszczególnych powierzchniach badawczych.....	34
4.8.	Analiza dyskryminacyjna.....	35
4.9.	Związki trofobiotyczne z mrówkami .....	35
4.9.1.	Charakterystyka myrmekofauny .....	35
4.9.1.1.	Charakterystyka myrmekofaunistyczna powierzchni badawczych .....	36
4.9.1.2.	Charakterystyka myrmekofaunistyczna badanych zbiorowisk.....	38
4.9.2.	Częstość odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki.....	39
4.9.3.	Zależności gatunkowe.....	40
4.9.4.	Ocena afidofilności mrówek.....	41
4.9.5.	Dynamika zmian liczebności mrówek odwiedzających kolonie mszyc.....	42
4.9.6.	Dynamika zmian średniej liczby robotnic mrówek przypadających na jedną kolonię mszyc.....	43
5.	<b>Dyskusja</b> .....	45
5.1.	Struktura zgrupowań mszyc.....	45
5.2.	Relacje trofobiotyczne mszyc.....	54
6.	<b>Wnioski</b> .....	67
7.	<b>Piśmiennictwo</b> .....	69
8.	<b>Aneks</b> .....	82

## 1. Wstęp

Mszyce (Aphidinea, Sternorrhyncha) to grupa fitofagów ssących należących do rzędu pluskwiaków (Hemiptera). Większość z tych owadów wykazuje powinowactwo do określonych gatunków roślin. Często spotykamy wśród nich gatunki monofagiczne, większość z nich to oligofagi żyjące zazwyczaj na kilku spokrewnionych rodzajach roślin żywicielskich z jednej rodziny. Gatunki polifagiczne spotykane są rzadziej. Mszyce to bardzo często szkodniki ważnych roślin użytkowych i ozdobnych (Goszczyński i Cichocka 1986, Cichocka i Goszczyński 1986, Achremowicz i inni 1986). Na obszarze Polski zanotowano dotąd obecność ponad 700 gatunków mszyc (Razowski 1990), jednak dane te wciąż pozostają niepełne, bowiem z wielu rejonów znane są tylko stanowiska pojedynczych gatunków. Tymczasem wciąż istnieje niedobór opracowań na temat zgrupowań tych owadów w odmiennych zbiorowiskach roślinnych, ich składu gatunkowego i struktury ekologicznej. Prace przedstawiające powiązania Aphidinea ze zbiorowiskami roślinnymi prowadzone były przez Szelegiewicza (1974 a, c), Klimaszewskiego i innych (1980 a, b), Czyłoka (1983), Czyłoka i Wojciechowskiego (1987), Hałaję i Wojciechowskiego (1996, 1998). Tylko niektóre z tych badań uwzględniały strukturę dominacji zgrupowań mszyc, oprócz wskazania gatunków charakterystycznych i wyróżniających dla zgrupowań mszyc określonych zbiorowisk roślinnych. Mszyce są wyraźnie powiązane z określonymi gatunkami roślin, a jednocześnie w różny sposób reagują na zanieczyszczenie środowiska gazami i pyłami przemysłowymi (Migula 1985), zmniejszając (Klimaszewski i inni 1980) lub zwiększając swoją liczebność (Minoranskij i Wojciechowski 1988) albo nadmiernie osłabiając roślinę żywicielską (Holopainen i Kössi 1998, Awmack i Harrington 2000). Dlatego też wyniki takich prac mogą być wykorzystane do monitoringu środowiska na obszarach o intensywnej synantropizacji siedlisk (Szelegiewicz 1975, Achremowicz 1986, 1990), zwłaszcza zaś w rejonie tak silnie narażonym na antropopresję jak Górny Śląsk (Wojciechowski i inni 1991).

Mezoregion Progu Środkowotriasowego, zwanego także Garbem Tarnogórskim (Kondracki 2001), stanowi ciekawy obszar badań faunistycznych z uwagi na gradient stopnia przekształcenia środowiska naturalnego na obszarze Wyżyny Śląskiej. Od południa graniczy on z Wyżyną Katowicką, która jest regionem najsilniej przekształconym przez człowieka, co uwidacznia się silnymi przekształceniami środowiska naturalnego, począwszy od rzeźby terenu (np. osiadanie terenu, zagłębienia, hałdy), a skończywszy na stosunkach wodnych (np. zanieczyszczenia wód, odprowadzanie do rzek wód kopalnianych) (Sendek 1981). Od północy graniczy on z Doliną Małej Panwi, która wraz z wieloma dopływami zachowała swój naturalny

charakter, umożliwiając rozwój rzadkich zbiorowisk roślinnych. Także Próg Środkowotriasowy cechuje duże zróżnicowanie typów siedlisk, gdzie oprócz borów występują także buczyny, dąbrowy i łęgi, a obok muraw kserotermicznych także wilgotne łąki turzycowe (Celiński i inni red. 1997).

Pomimo dużej różnorodności siedlisk istnieje niedobór szczegółowych opracowań afidofaunistycznych tego mezoregionu Wyżyny Śląskiej. Dlatego uzasadnione wydaje się podjęcie badań mających na celu poznanie składu gatunkowego mszyc występujących na obszarze wybranych siedlisk, jak i poznanie struktur zoocenotycznych afidofauny wybranych zbiorowisk roślinnych Garbu Tarnogórskiego.

Ważnym aspektem biologii mszyc jest ich mutualistyczny związek z mrówkami o charakterze trofobiozy (Wheeler 1910), zarówno wśród mszyc prowadzących nadziemny, jak i podziemny tryb życia (Sudd 1987, Czyłok 1990, Godske 1992). W związku z ich mutualistycznymi relacjami, u mszyc wykształcił się szereg przystosowań morfologicznych i behawioralnych. Do najczęściej wymienianych należą: zredukowane syfony, skrócony ogonek i brak woskowej wydzieliny (Way 1963, Stadler i Dixon 1999, Mondor i inni 2002) a w przypadku rodziny *Lachnidae* także specjalnej komory filtracyjnej (Klimaszewski i inni 1976), służącej do wytwarzania spadzi o większej koncentracji cukrów, co także może być przystosowaniem do związku z mrówkami (Sudd 1987). Kunkel (1973 za: Hölldobler & Wilson 1990) podaje, że mszyce myrmekofilne posiadają także dłuższe włoski pokrywające grzbietową część ciała, tylne golenie oraz płytkę analną. Do przystosowań behawioralnych można zaliczyć porozumiewanie się za pomocą ruchów odwłoka i tylnych odnóży u mszyc oraz ruchów czułków i głaszczków szczękowych u mrówek (Kloft 1959, Douglas i Sudd 1980). Wiele opracowań sugeruje, że obecność mrówek może stanowić bardzo istotny czynnik kształtujący liczebność kolonii i cykl życiowy mszyc, a tym samym wpływający na strukturę zoocenotyczną zgrupowań mszyc (Way 1963, Sudd 1987). Ich obecność może także wpływać na rozwój heteroecji w toku ewolucji poszczególnych gatunków mszyc (Szelegiewicz 1978c). Mrówki nie tylko zjadają mszyce i usuwają z ich rośliny żywicielskiej nadmiar spadzi (Dixon 1977, Buckley 1987) ale też chronią mszyce przed drapieżnikami i pasożytami (Stary 1966, Völkl i Mackauer 1993, Rana i inni 2002, Stadler 2002, Hill i Hoy 2003), zwabianymi przez wydzielaną spadź (Wäckers 2000). Mrówki wpływają również na zdolność mszyc do pobierania soku z komórek sitowych rośliny żywicielskiej (Rauch i inni 2002). Czynnik ten w dotychczasowych badaniach struktury fauny tej grupy owadów nie był brany pod uwagę.

Dlatego podstawowymi celami niniejszej pracy było:

- poznanie składu gatunkowego mszyc wybranych zbiorowisk roślinnych Garbu Tarnogórskiego
- zbadanie struktury zgrupowań mszyc w tych zbiorowiskach
- zbadanie dynamiki zmian sezonowych mszyc na przykładzie dominantów w wybranych zbiorowiskach roślinnych
- scharakteryzowanie trofobiotycznej relacji między mszycami a mrówkami i próba określenia jej wpływu na strukturę fauny badanej grupy owadów.



## **2. Obszar badań**

### **2.1. Budowa geologiczna, rzeźba terenu i pokrywa glebowa**

Wybrane powierzchnie badawcze znajdują się na obszarze makroregionu Wyżyny Śląskiej, mezoregionu Garbu Tarnogórskiego, zwanego także Progiem Środkowotriasowym (Kondracki 2001), w jego środkowej części [kwadrat UTM CA 58] (Ryc. 1), w rejonie Piekar Śląskich, gdzie rozpada się na:

1. Płaskowyż Twardowicki, zbudowany głównie z wapieni i dolomitów środkowotriasowych. Podzielony jest on na szereg płaskich garbów, między którymi zalegają osady liasu i trzeciorzędu i wznosi się progiem denudacyjnym nad Kotliną Józefki. W miejscu założenia powierzchni badawczych (powierzchnie 6 i 7), płaskowyż ten systemem schodkowych uskoków przechodzi w Płaskowyż Bytomsko-Katowicki. Z gleb dominują tu rędziny utworzone na wapieniach i dolomitach. Jest to obszar o względnie dużym zróżnicowaniu zbiorowisk roślinnych, na którym znajdują się stanowiska wielu rzadkich i chronionych roślin (Nowak 1998, 2000, Wika i inni 1999).

2. Kotlina Józefki (powierzchnie 1, 2, 3, 4, 5) znajdują się pomiędzy Płaskowyżem Twardowickim na wschodzie a Płaskowyżem Tarnowickim na zachodzie i jest wypreparowana z utworów karbonu i dolnego triasu. Dnem kotliny płynie rzeka Brynica, która odsłoniła wychodnie piaskowców i łupków karbońskich oraz piaski i iły dolnotriasowe. W samej dolinie Brynicy widoczne są piaski i żwiry naniesione podczas zlodowaceń oraz torfy i osady rzeczne. Na skałach tych powstały właściwe im gleby: bielcowe na piaskach i żwirach oraz mady i gleby oglejone na osadach rzecznych i torfach, na których występują rzadkie, podmokłe i okresowo zalewane zbiorowiska roślinne (Lazar 1962, Cempulik i inni 1998).

3. Płaskowyż Tarnowicki (powierzchnia 8) ma falistą powierzchnię i otoczony jest stokami pochodzenia denudacyjnego. Zbudowany jest głównie z wapieni, margli i dolomitów, na których utworzyły się głównie rędziny (Lazar 1962). Wyczerpujący opis flory naczyniowej tej części Garbu Tarnogórskiego przedstawił Kobierski (1974).

## 2.2 Klimat obszaru badań i przebieg zjawisk pogodowych w okresie badań

Średnia temperatura roczna, z lat 1971-2000, wynosi około  $8,2^{\circ}\text{C}$  a roczna suma opadów z tego okresu około 730 mm. Okres wegetacji (dni ze średnią temperaturą dobową powyżej  $5^{\circ}\text{C}$ ) trwa około 210 dni.

W latach 2005-2007 charakterystyczne były duże odchylenia temperatur od średnich wieloletnich, zwłaszcza pod koniec okresu badawczego, w roku 2007 (Tab.1 i Ryc. 3).

W roku 2005 przebieg roczny średnich temperatur miesięcznych, z wyjątkiem zimnego marca, mieścił się w granicach normy. Wiosna i jesień były w tym roku dość suche w wyniku niższych od normy miesięcznych sum opadów.

Zima 2005/2006 była wyjątkowo długa a pod względem klasyfikacji termicznej mroźna. Na obszarze objętym badaniami pokrywa śnieżna utrzymywała się około 120 dni (od 17 listopada do 27 marca, z krótkimi przerwami). Średnia temperatura zimy wyniosła  $-3,9^{\circ}\text{C}$  i była o około 2 stopnie niższa od średniej z wielolecia. Lato 2006 roku było niezwykle upalne, a zwłaszcza upalny był lipiec, według klasyfikacji termicznej ekstremalnie ciepły. Średnia temperatura lata wyniosła  $18,67^{\circ}\text{C}$  i była o około  $1,5^{\circ}\text{C}$  wyższa od średniej wieloletniej. Charakterystyczne dla tego roku było szybkie przejście od zimy do wiosny, z pominięciem przedwiośnia (kwitnienie *Galanthus nivalis* tylko o kilka dni wyprzedziło kwitnienie *Tussilago farfara*). Z kolei upalny lipiec i niższa od średniej ilość opadów w tym miesiącu przyczyniły się do zahamowania wegetacji wielu roślin w tym okresie, zwłaszcza na łąkach wilgotnych. Potężna burza z wichrem i opadem rzędu 45mm/2h jaka miała miejsce 08.07.06r. poczyniła pewne szkody we wszystkich zbiorowiskach roślinnych, przyciskając wiele roślin do powierzchni ziemi.

Zima 2006/2007 była bardzo ciepła i bezśnieżna, minimum temperatury wynosiło  $-9^{\circ}\text{C}$ , a dni ze średnią temperaturą dobową poniżej 0 było 20, następnie cały okres wiosny i lata cechował się temperaturami znacznie wyższymi od przeciętnych. Gwałtowny front chłodny z burzami i gradem, przechodzący w nocy z 18 na 19 stycznia 2007, przyczynił się do zauważalnych szkód w drzewostanie dąbrów, co skutkowało pojawieniem się wykrotu w jednym kwadracie na powierzchni 2. Początek okresu wegetacji przypadł na pierwszą dekadę marca, kiedy przekwitwały już *C. avellana* i *G. nivalis*, a kwitły już *T. farfara* i *S. caprea*. Wiosna a szczególnie kwiecień i maj okazały się bardzo ciepłe ale też bardzo suche, przyczyniając się do osłabienia i wędnięcia niektórych gatunków roślin, zwłaszcza *Senecio erucifolius* na murawach kserotermicznych. Dopiero jesień 2007 roku była nieco chłodniejsza i wyraźnie wilgotniejsza od normy średniorocznej.

Taki przebieg zjawisk pogodowych miał istotny wpływ na zjawiska fenologiczne w badanych zbiorowiskach, wysokie temperatury przyspieszały wegetację roślin (wczesna wiosna 2007 roku) albo wywoływały suszę i wędnięcie roślin, zwłaszcza na murawach kserotermicznych (lipiec 2006, kwiecień i maj 2007).

### 2.3. Opis powierzchni badawczych

Badania prowadzono na ośmiu powierzchniach badawczych, w zbiorowiskach roślinnych należących do klas: *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943, *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx. 1937 i *Quercetea robori-petreae* Br.-Bl. et R.tx. 1943, na obszarze Piekarów Śląskich, Dobieszowic, Bobrownik, Wojkowic i Radzionkowa (Ryc. 2).

#### Powierzchnia 1.

Dąbrowa kwaśna ze związku *Quercion robori-petreae* Br.-Bl. 1932, o przynależności do zespołu *Molinio caeruleae-Quercetum roboris* (Tüxen 1937) Scamoni et Passarge 1959 (Matuszkiewicz 2002, Greń 2007) z elementami *Calamagrosti-Quercetum petreae* (Hartm., 1934) Scam., 1959 (Cabała 1990). Wykształcona w Piekarach Śląskich, w Kotlinie Józefki, na glebie brunatnej oglejonej, w stanowisku okresowo podmokłym, na wysokości ok. 280 m n.p.m. W warstwie *a* dominuje *Quercus robur* a ponadto występują także: *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia platyphyllos*, *Picea abies*. W warstwie *b* dominuje *Frangula alnus* a ponadto występuje także *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, *Prunus padus*, *Sambucus nigra*, *S. racemosa*, *P. tremula*. *B. pendula*. *Q. robur*, *T. platyphyllos*, *A. pseudoplatanus*, *A. platanoides*. W warstwie *c* dominuje *Rubus idaeus* a ponadto: *Molinia caerulea*, *Festuca gigantea*, *Hieracium sabaudum*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus caesius*, *Epipactis helleborine*, *Lysimachia vulgaris*, *Viburnum opulus*. W warstwie runa występują: *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula luzuloides* a z mchów *Dicranum scoparium* i *Hypnum cupressiforme* (Matuszkiewicz 2002, Cempulik i inni 1998).

#### Powierzchnia 2.

Dąbrowa kwaśna ze związku *Quercion robori-petreae* Br.-Bl. 1932, o przynależności do zespołu *Molinio caeruleae-Quercetum roboris* (Tüxen 1937) Scamoni et Passarge 1959 (Matuszkiewicz 2002, Greń 2007) z elementami *Calamagrosti-Quercetum petreae* (Hartm., 1934) Scam., 1959 (Cabała 1990). Zlokalizowana w Piekarach Śląskich, w Kotlinie Józefki, wykształcona na glebie brunatnej, w stanowisku rzadko podmokłym, na wysokości ok. 285 m

n.p.m. W warstwie **a** dominuje *Quercus robur* a ponadto występują także: *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia platyphyllos*. W warstwie **b** dominuje *Frangula alnus* a ponadto występuje także *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, *Prunus padus*, *Sambucus nigra*, *P. tremula*. *Q. robur*, *T. platyphyllos*, *A. pseudoplatanus*, *A. platanoides*. W warstwie **c** dominuje *Rubus idaeus* a ponadto: *Molinia caerulea*, *Festuca gigantea*, *Hieracium sabaudum*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus caesius*, *Epipactis helleborine*, *Lysimachia vulgaris*, *Viburnum opulus*. W warstwie runa występują: *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Impatiens parviflora*, *Luzula luzuloides* a z mchów *Dicranum scoparium* i *Hypnum cupressiforme* (Matuszkiewicz 2002, Cempulik i inni 1998).

### **Powierzchnia 3.**

Łąka podmokła z rzędu *Molinietalia caeruleae* Koch 1926, o przynależności do zespołu *Molinietum caeruleae* Koch 1926. Zbiorowisko stanowi nieregularnie koszoną łąkę, okresowo podmokłą, usytuowaną w Piekarach Śląskich, w środkowej części Kotliny Józefki, w dorzeczu Brynicy (ok. 270 m. n.p.m.). Pomimo dużego pokrycia w warstwie c przez *M. caerulea* są tutaj obecne także gatunki zarówno ze związku *Filipendulion ulmariae* Segal 1966: *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Valeriana officinalis*, jak również gatunki ze związku *Calthion palustris* R.Tx. 1936 em. Oberd. 1957: *Cirsium palustre*, *C. rivulare*, *C. oleraceum*. Ponadto spotyka się tutaj również *Aegopodium podagraria*, *Vicia faba*, *Dactylis glomerata* oraz pojedyncze siewki *Quercus robur* (Matuszkiewicz 2002; Cempulik i inni 1998).

### **Powierzchnia 4.**

Łąka podmokła z rzędu *Molinietalia caeruleae* Koch 1926, o przynależności do zespołu *Molinietum caeruleae* Koch 1926. Zbiorowisko stanowi nieregularnie koszoną, okresowo podmokłą łąkę, w Dobieszowicach, wzdłuż niewielkiego ciek wódny, na wysokości ok. 270 m n.p.m. Łąka ta ma bardzo wyrazistą fizjonomię z uwagi na znaczny udział *M. caerulea* oraz traw *D. glomerata*, *D. caespitosa* i innych. Nieco mniejszy jest tutaj udział roślin zielnych, z których występuje: *Cirsium rivulare*, *C. arvense*, *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Hieracium umbellatum*, *Plantago lanceolata*, *Lychnis flos-cuculi*, *Ranunculus acris*, *Aegopodium podagraria*. Tutaj także występują pojedyncze siewki *Quercus robur* i *Salix caprea* (Matuszkiewicz 2002; Cempulik i inni 1998).

### **Powierzchnia 5.**

Łąka podmokła z rzędu *Molinietalia caeruleae* Koch 1926, o niewątpliwej przynależności do związku *Filipendulion ulmariae* Regal 1966 (Matuszkiewicz 2002). Zbiorowisko stanowi niekoszoną, okresowo podmokłą łąkę w Piekarach Śląskich, usytuowaną wzdłuż niewielkiego cieku wodnego, na wysokości około 270 m n.p.m. Łąka cechuje się znacznym udziałem *Filipendula ulmaria* i *Lysimachia vulgaris* a mniejszym udziałem *Molinia caerulea*, *Lythrum salicaria*, *Calamagrostis epigejos*, *Urtica dioica*, *Valeriana officinalis*, *Cirsium palustre*. Licznie występują tutaj siewki drzew: *Populus tremula* i *Quercus robur*.

### **Powierzchnia 6.**

Płat murawy kserotermicznej ze związku *Phleion boehmeri* Głowacki 1975, o przynależności do zespołu *Sileno-Phleetum* (Libb.1933) Głowacki 1975, zlokalizowany na wysokości ok. 300 m n.p.m. w Bobrownikach - Namiarkach, w środkowej części Progu Środkowotriasowego. Murawa ta zajmuje stok wzgórza o ekspozycji południowej i nachyleniu 35<sup>0</sup>-45<sup>0</sup>, na podłożu piasków nawapiennych (namyta pararendzina inicjalna), zawierających węglan wapnia w całym profilu i odczynie obojętnym. Pokrycie warstwy zielnej sięga w tej murawie 100%, gatunkiem dominującym jest *Phleum phleoides* a ponadto występują także: *Artemisia campestris*, *Rumex acetosella*, *Centaurea scabiosa*, *C. stoebe*, *Arrhenaterum elatius*, *Scabiosa ochroleuca*, *Sedum maximum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Euphorbia cyparissias*, *Hieracium umbellatum*, *Picris hieracioides*, *Senecio erucifolius* (Babczyńska-Sendek 2005).

### **Powierzchnia 7.**

Płat murawy kserotermicznej ze związku *Phleion boehmeri* Głowacki 1975, o przynależności do zespołu *Sileno-Phleetum* (Libb.1933) Głowacki 1975, zlokalizowany na wysokości ok. 285 m n.p.m. w Wojkowicach, w środkowej części Progu Środkowotriasowego. Murawa ta zajmuje stok wzgórza o ekspozycji południowej i nachyleniu 30<sup>0</sup>-35<sup>0</sup>, na podłożu piasków nawapiennych (namyta pararendzina inicjalna), zawierających węglan wapnia w całym profilu i odczynie obojętnym. Pokrycie warstwy zielnej sięga w tej murawie 90%, gatunkiem dominującym jest *Phleum phleoides* a ponadto występują także: *Brachypodium pinnatum*, *Artemisia campestris*, *Rumex acetosella*, *Centaurea scabiosa*, *Centaurea stoebe*, *Arrhenaterum elatius*, *Scabiosa ochroleuca*, *Sedum maximum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Euphorbia cyparissias*, *Hieracium pilosella*, *H. umbellatum*, *Picris hieracioides* (Babczyńska-Sendek 2005).

### **Powierzchnia 8.**

Płaty murawy kserotermicznej z klasy *Festuco - Brometea*, zajmujący wyrobisko na szczycie Góry Powstańców Śląskich, na pograniczu Piekar Śl. i Radzionkowa na wysokości 345 m n.p.m. o ekspozycji południowej. Zbiorowisko, z uwagi na niejednorodną strukturę podłoża (wyrobiska, luźny lub ubity rumosz skalny, zbudowany ze skał wapiennych), a przez to złożoną z płatów o odmiennym składzie florystycznym i trudnej do określenia przynależności taksonomicznej. Licznie pojawiają się na niej gatunki właściwe dla muraw kserotermicznych Wyżyny Śląskiej, jak: *Centaurea scabiosa*, *C. stoebe*, *Scabiosa ochroleuca*, *Brachypodium pinnatum*, *Phleum phleoides*, *Fragaria viridis*, *Carlina acaulis*, *Euphorbia cyparissias*, *Coronilla varia*, *Medicago falcata*, *Hieracium umbellatum*, *Sanguisorba minor*, *Sedum acre*, *Leontodon hispidus*, *Pimpinella saxifraga*, *Daucus carota*, co zbliża tę murawę do związku *Cirsio - Brachypodium*. Na powierzchni tej niejednorodnej murawy rosną pojedyncze siewki *Crataegus monogyna* i *Betula pendula*.

### 3. Metodyka badań

#### 3.1. Metody zbierania i opracowywania materiału w badaniach ilościowych i jakościowych

##### 3.1.1. Badania jakościowe

Do zbioru materiału posłużono się tzw. „metodą na upatrzonego”, polegającą na dokładnym przeglądaniu całych roślin żywicielskich, od ich korzeni po wierzchołki pędów, co jest standardową metodą w badaniach afidofaunistycznych (Szelegiewicz 1959). Dodatkowo zastosowano otrząsanie do standardowego czerpaka entomologicznego gałęzi drzew i krzewów. Mszyce zbierano do roztworu 75% alkoholu etylowego, zaopatrywano w etykietę określającą datę zbioru, roślinę żywicielską, miejsce żerowania, liczebność kolonii, strukturę, barwę, obecność drapieżników, mrówek itd.

##### 3.1.2. Badania ilościowe

Na powierzchniach 5 i 8 strukturę zgrupowań mszyc określono na podstawie odłowów standardowym czerpakiem entomologicznym (4 serie po 25 uderzeń) (Gębicki i inni 1977, Krumpal i inni 1982). Na pozostałych powierzchniach liczebność mszyc określono na podstawie liczby kolonii w wyznaczonych kwadratach.

W zbiorowiskach murawy *Sileno-Phleetum* (powierzchnie badawcze 6 i 7), dąbrowach kwaśnych *Molinio caeruleae-Quercetum roboris* (powierzchnie 1 i 2) i łąkach turzycowych *Molinietum caeruleae* (powierzchnie 3 i 4), wyznaczono losowo prostokąty o wymiarach 5 x 10m (50m<sup>2</sup>) w liczbie 15 w każdej powierzchni muraw kserotermicznych i łąk oraz 25 w kwaśnych dąbrowach.

Każdy prostokąt podzielono na dwa kwadraty. Na jednym, losowo wybranym kwadracie z pary, odnotowywano liczbę roślin (z uwzględnieniem gatunku) zasiedlonych przez poszczególne gatunki mszyc, zarówno odwiedzanych przez mrówki, jak i nieodwiedzanych. Na każdej roślinie notowano również liczbę kolonii mszyc i liczbę odwiedzających je robotnic mrówek.

Na drugim kwadracie dokonano w czerwcu rejestracji liczebności gniazd mrówek - na całym kwadracie o powierzchni 25m<sup>2</sup> dla rodzajów *Lasius* i *Myrmica*, i na 5 mniejszych o powierzchni 1m<sup>2</sup> dla gatunków małych (*Stenamma*, *Leptothorax*). Wielkość kwadratów dobrano odpowiednio do wielkości gniazd mrówek występujących w badanych zbiorowiskach w roku 2005 (głównie z rodzajów: *Lasius*, *Myrmica* i *Formica* (*Serviformica*)). Ilość kwadratów z jednej strony dobrano tak, aby była ona reprezentatywna dla danego zbiorowiska roślinnego tzn:

zawierała możliwie najpełniejszy zestaw gatunków charakterystycznych dla danego zbiorowiska roślinnego a z drugiej uwzględniała wielkość powierzchni badawczej (im mniejsza powierzchnia kwadratu, tym większa musi być liczba kwadratów by obszar badań był dla danego zbiorowiska reprezentatywny) oraz wielkość gniazd mrówek, różną dla różnych gatunków.

Przeprowadzone badania myrmekofauny badanych powierzchni stanowią wstępną informację konieczną do uzyskania przybliżonego obrazu stosunków trofobiotycznych w badanych powierzchniach. Badania jakościowe myrmekofauny przeprowadzono na wszystkich powierzchniach badawczych, natomiast badań ilościowych, z uwagi na czaso- i pracochłonność, nie przeprowadzono na powierzchniach 5 i 8. Badania ilościowe sprowadzały się do określenia zagęszczenia gniazd mrówek na badanych powierzchniach i określenia liczebności robotnic penetrujących teren w ciągu doby poprzedzającej zliczanie robotnic odwiedzających kolonie mszyc. Penetrację określono poprzez założenie pułapek Barbera (z roztworem glicerolu-etanolu) na 24 godziny poprzedzające dokonanie obserwacji. Każdorazowo rozkładano 30 pułapek na każdej powierzchni murawy i łąki oraz 50 w lesie.

Obserwacje prowadzono dwa razy w miesiącu, co 14-16 dni, od połowy maja do końca września, w latach 2005-2007. Na podstawie uzyskanych danych określono wybrane parametry ekologiczne populacji mszyc i mrówek.

Z zebranego materiału wykonano 743 preparaty mikroskopowe, przy zastosowaniu tradycyjnej metody stosowanej do preparatyki mszyc (Berliński 1968). Oznaczenia gatunków wykonano za pomocą kluczy: Heie (1980, 1982, 1986, 1992, 1994, 1995), Szelegiewicz (1978, 1985), Müller (1964, 1976), Brown (1989), Wojciechowski (2003), Blackman i Eastop (1984).

Układ systematyczny *Aphidinea* prezentowany w niniejszej pracy przyjęto za Heie 1980, natomiast nazewnictwo gatunków mszyc za Remaudiere, Remaudiere 1997.

Oznaczenia gatunków mrówek dokonano na podstawie kluczy: Czechowski i inni (2002), Radchenko i inni (2004).

Nomenklaturę botaniczną przyjęto za Mirek i inni 2002.

Materiał dowodowy znajduje się w zbiorze entomologicznym Katedry Zoologii Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

### **3.2. Analiza danych w badaniach ilościowych**

**3.2.1. Zagęszczenie  $[D_n]$  gniazd poszczególnych gatunków mrówek w przeliczeniu na  $1\text{m}^2$  powierzchni (według: Pętał & Pisarski w: Górny & Grüm 1981):**



$$D_n = \frac{N}{S}$$

gdzie:

N – liczba gniazd,

S – powierzchnia objęta badaniem.

**3.2.2.** Określenie **stałości występowania** [C] poszczególnych gatunków mszyc w badanych siedliskach, według wzoru (za: Górny & Grüm 1981) :

$$C = \frac{N_a}{N}$$

gdzie:

$N_a$  – liczba próbek (kwadratów) z gatunkiem „a”

N – całkowita liczba próbek (kwadratów)

przy podziale na 4 klasy stałości:

75,1-100,0% prób – eukonstant

50,1-75,0% prób – konstant

25,1-50,0% prób – akcesor

<25,1% prób – akcydent

**3.2.3.** Ustalenie **dominacji** [D] w populacji mszyc (zarówno odwiedzanych przez mrówki jak i nieodwiedzanych), z podziałem na 6 klas, na podstawie liczby roślin zajętych przez mszyce lub liczby odłowionych osobników (Trojan 1975, Pętał & Pisarski w: Górny & Grüm 1981):

> 30% - superdominant

> 10% - eudominant

> 5,1% - dominant

> 2,1% - subdominant

> 1,1% - recedent

< 1% - subrecedent

**3.2.4.** W celu ułatwienia interpretacji struktury dominacji obliczono także syntetyczny **wskaźnik Q**. Łączy on wskaźnik C (stałość występowania gatunku) i D (dominacja) w jeden wspólny, będący ich średnią geometryczną (Kasprzycki, Niedbała za: Górny & Grüm 1981):

$$Q = \sqrt{CD}$$

gdzie:

C – frekwencja

D – dominacja.

**3.2.5.** Analizę stopnia powiązania gatunków mszyc z badanymi zbiorowiskami roślinnymi oraz wyznaczenie gatunków charakterystycznych dla poszczególnych zgrupowań przeprowadzono w oparciu o **współczynnik wierności (W)**, wyliczony ze wzoru (Kasprzycki, Niedbała za: Górny & Grüm 1981):

$$W = (a/b) * 100\%$$

gdzie:

a – liczba okazów danego gatunku odłowionych w danym środowisku

b – całkowita liczba okazów tego gatunku odłowiona w badanym terenie

Wyróżniono cztery klasy wierności:

1. **gatunki wyróżniające** - (*W* od 95,01% do 100,00%) - to takie, które występują tylko w jednym typie zgrupowania mszyc, związanym z określonym zbiorowiskiem roślinnym, wykazują silne przywiązanie do takiego siedliska i zwykle są troficznie powiązane z charakterystycznymi lub wyróżniającymi gatunkami roślin.

2. **gatunki charakterystyczne** - (*W* od 50,01% do 95,00%) - to takie, które występują przeważnie, lecz nie koniecznie w określonym typie zbiorowiska roślinnego, mogą również występować, nawet dość licznie lub regularnie w innych fitocenozach, wykazują jednak wyraźne przywiązanie do kręgu podobnych zbiorowisk.

3. **gatunki towarzyszące** - (*W* poniżej 50%) - to takie, które występują w różnych typach zbiorowisk roślinnych, zazwyczaj niezbyt liczne, niewykazujące ścisłych związków z określonymi typami siedlisk. Najczęściej są to gatunki polifagiczne, bądź związane z roślinami o szerokim spektrum ekologicznym

4. **gatunki przypadkowe** - to takie, które spotykane są w określonym zbiorowisku jedynie przypadkowo, niewykazujące z nim żadnych ścisłych związków.

### 3.3. Różnorodność gatunkowa

W celu określenia gatunkowej różnorodności biologicznej wykorzystano następujące wskaźniki:

**Wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona-Weavera  $H'$**  (Shannon i Weaver 1949 za: Trojan 1992).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

gdzie:

$p_i$  – stosunek liczby ( $n_i$ ) osobników i-tego gatunku do liczby ( $N$ ) osobników całego zgrupowania złożonego z ( $S$ ) gatunków.

**Wskaźnik równomierności Pielou  $J'$**  (Pielou 1969 za: Trojan 1994):

$$J' = 100H'/H_{\max} [\%]$$

gdzie:

$H'$  – faktyczna różnorodność gatunkowa

$p_i$  – stosunek liczby ( $n_i$ ) osobników i-tego gatunku do liczby ( $N$ ) osobników całego zgrupowania złożonego z ( $S$ ) gatunków.

$H_{\max}$  – maksymalna różnorodność gatunkowa ( $H_{\max} = \log_2 S$ )

Określenie różnorodności gatunkowej ( $\hat{H}$ ) afidofauny za pomocą **wskaźnika różnorodności gatunkowej Brillouina** (Pielou 1969 za: Trojan 1992):

$$\hat{H} = (c / N) \{ \log N! - \sum \log n_i! \}$$

gdzie:

$N$  – liczba osobników w próbie,

$n_i$  – liczba osobników i-tego gatunku,

$c=2,3025856$

**Wskaźnik różnorodności gatunkowej Simpsona  $I$**  (Simpson 1949 za: Trojan 1992).

Dla wyliczenia wskaźnika Simpsona zastosowano próbkowy wskaźnik różnorodności gatunkowej zaproponowany przez Pielou (Pielou 1975 za: Trojan 1992):

$$I' = 1 - \sum_{i=1}^S [n_i(n_i-1)/N(N-1)]$$

gdzie:

$n_i$  – liczba osobników gatunku  $i$  w próbie

$N$  – całkowita liczba osobników w próbie

Dla oceny maksymalnej próbkowej różnorodności gatunkowej (różnorodności potencjalnej) w danym zgrupowaniu zastosowano wzór (Trojan 1992):

$$I_p = 1 - [S \{n_i(n_i-1)\} / N(N-1)] \approx 1 - 1/S$$

gdzie:

$n_i$  – liczba osobników gatunku  $i$  w próbie

$N$  – całkowita liczba osobników w próbie

Celem określenia stopnia odchylenia rzeczywistego stanu zgrupowania od potencjalnego wykorzystano wzór (Trojan 1992):

$$dI = (I'/I_p) * 100\%$$

gdzie:

$I'$  - próbkowy wskaźnik różnorodności gatunkowej

$I_p$  – potencjalny wskaźnik różnorodności gatunkowej

W ten sposób stopień odchylenia zaobserwowanej różnorodności gatunkowej od potencjalnej wyrażono w procentach.

### **3.4. Podobieństwa zgrupowań**

Określenie stopnia podobieństwa jakościowego między populacjami mszyc w badanych zbiorowiskach roślinnych, wg **współczynnika Marczewskiego-Steinhaus**a (według: Górny & Grüm 1981):

$$S = \frac{w}{a + b - w} 100\%$$

gdzie:

w – liczba gatunków wspólnych dla obydwu zbiorowisk,

a – liczba gatunków w pierwszym zbiorowisku

b – liczba gatunków w drugim zbiorowisku.

Klasy podobieństwa podzielono według następującego kryterium:

I - 71 – 100%

II - 61 – 70%

III - 51 – 60%

IV - 41 – 50%

V - 31 – 40%

VI < 30%

Algorytm **aglomeracji** służy do grupowania obiektów w coraz to większe zbiory, z zastosowaniem pewnej miary podobieństwa lub odległości. Wynikiem tego typu grupowania jest hierarchiczne drzewo. Przy formowaniu skupień wykorzystywane są miary odległości pomiędzy obiektami. W tym konkretnym przypadku zastosowano odległość euklidesową, która wyznacza rzeczywistą odległość geometryczną między obiektami w przestrzeni wielowymiarowej. Oblicza się ją w następujący sposób:

$$\text{odległość (x,y)} = \left\{ \sum_i (x_i - y_i)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Do oszacowania odległości między skupieniami wybrano metodę Warda. Metoda ta wykorzystuje podejście analizy wariancji, zmierzając do minimalizacji sumy kwadratów odchyleń dowolnych dwóch skupień, które mogą zostać uformowane na każdym etapie.

Generalnym celem **analizy składowych głównych** (Principal Components Analysis - **PCA**) jest przekształcenie oryginalnych zmiennych do mniejszej liczby nowych zmiennych (składowych głównych), które są nieskorelowane. Powstaje w ten sposób nowa przestrzeń wektorów o mniejszej liczbie wymiarów na które mogą być zrzutowane oryginalne punkty tak, aby można było wykryć rozważaną strukturę. Metoda ta w głównej mierze polega na

poszukiwaniu linii prostych (osi czynnikowych), które są najlepiej dopasowane do chmur punktów w przestrzeni wektorowej, zgodnie z kryterium najmniejszych kwadratów. Obrazem graficznym analizy jest płaszczyzna czynnikowa generowana przez wybraną parę osi, na którą rzutowane są punkty z przestrzeni wektorowej.

### 3.5. Analiza dyskryminacyjna

Dla określenia różnorodności zgrupowań bytujących w niejednorodnych środowiskach, zbudowanych z gatunków wzajemnie powiązanych relacjami troficznymi Trojan (1997) zaproponował metodę opartą na modelu połamanego kija (MacArthur 1957 za: Trojan i Smoleński 2002). Zakłada ona, że w zgrupowaniu naturalnym występują dwie kategorie gatunków. Pierwsza z nich obejmuje gatunki związane z typem siedliska, które występują w całej gamie ekosystemów, jaka się na nim rozwija – gatunki budujące zgrupowanie. Druga kategoria określa gatunki o niskiej liczebności, związane z wtórnym zróżnicowaniem środowiska wyrażającym się w postaci jego mozaikowości. Za pomocą procedury dyskryminacyjnej (Fischer 1954, za: Trojan i Smoleński 2002) można przeprowadzić oddzielenie obu grup gatunków, natomiast wyodrębnienie z rozkładu liczebności gatunków o wąskich zakresach tolerancji ekologicznej przeprowadza się stosując rozkład połamanego kija, uzyskując w ten sposób ogon rozkładu o charakterystycznej dla danego środowiska długości (najdłuższy w ekosystemach naturalnych (Trojan i Smoleński 2002)).

Rozdzielenie tych kategorii przeprowadza się przez rozcięcie rozkładu empirycznego w punkcie (p), w którym następuje skok prawdopodobieństwa zgodności rozkładu empirycznego. W niniejszej analizie przyjęto  $p > 0,5$ .

Estymację liczby osobników poszczególnych gatunków wyraża wzór:

$$n_j = N/S \times \sum_{j=1}^{j=1} [1/(S+1-j)]$$

gdzie:

$n_j$  – estymowana liczba osobników należących do gatunku j

j - ranga gatunku od najmniej licznego do najliczniejszego

N – całkowita liczba osobników w próbie

S – liczba gatunków w próbie

Znajomość liczby gatunków mających udział w zgrupowaniu i ich liczebność umożliwia utworzenie dwóch miar różnorodności.

Określenie stopnia mozaikowości zbiorowisk w oparciu o numeryczny wskaźnik mozaikowości środowiska ( $D_n$ ) i gatunkowy wskaźnik mozaikowości środowiska ( $D_s$ ) (Trojan 1996, 1997):

$$D_n = \frac{\sum_{r=S}^{r=S^1} n_i}{N}$$

gdzie:

$n_i$  – liczebność gatunku zgodnego z rozkładem połamanego kija

$N$  – całkowita liczebność zgrupowania

$S$  – liczba gatunków w zgrupowaniu

$S^1$  – liczba gatunków zgodnych z rozkładem połamanego kija

$$D_s = S^1 / S$$

gdzie:

$S$  – liczba gatunków w zgrupowaniu,

$S^1$  – liczba gatunków zgodnych z rozkładem połamanego kija

### 3.6. Częstość odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki

Na podstawie uzyskanych danych dotyczących ilości kolonii mszyc odwiedzanych i nieodwiedzanych przez mrówki, ustalono sześć klas częstotliwości odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki. Podziału dokonano tylko na podstawie danych liczbowych. Otóż klasa I i II częstotliwości odwiedzania (zwanego dalej odwiedzalnością) przez mrówki przedstawia te gatunki które wchodzi w najściślejsze związki trofobiotyczne z mrówkami. Gatunki należące do klas IV i V są to gatunki rzadko wchodzące w związki z mrówkami. Klasa VI obejmuje gatunki które nie są w ogóle odwiedzane przez mrówki. Podziału dokonano wg następującego kryterium:

<b>I klasa</b>	<b>&gt;81%</b> kolonii jest odwiedzanych przez mrówki
<b>II klasa</b>	<b>&gt;61%</b>
<b>III klasa</b>	<b>&gt;41%</b>
<b>IV klasa</b>	<b>&gt;21%</b>
<b>V klasa</b>	<b>0%&lt;21%</b>
<b>VI klasa</b>	<b>0%</b>

### 3.7 Charakterystyka ekologiczna

Do wykonania analizy ekologicznej ustalono i posłużono się następującymi kryteriami:

- powiązania troficzne: **monofagi** – ograniczone do jednego gatunku rośliny żywicielskiej, **oligofagi** – ograniczone do jednej rodziny roślin żywicielskich, **polifagi** – nie ograniczone do szczególnej grupy roślin żywicielskich
- kryteria wilgotnościowe: **xph1** – kserofile 1. stopnia, tj. przywiązane do środowisk bardzo suchych i suchych; **xph2** – kserofile 2. stopnia, przywiązane do środowisk umiarkowanie suchych i ciepłych; **mh** – mezohigrofile, tj. bytujące w środowiskach świeżych; **hg2** – higrofile 2. stopnia, tj. przywiązane do środowisk wilgotnych; **hg1** – higrofile 1. stopnia, przywiązane do środowisk mokrych. Zależność od uwilgotnienia określono na podstawie wskaźników wilgotnościowych preferowanych przez rośliny żywicielskie (Zarzycki i inni 2002). Dla gatunków dwudomnych stosowano kombinację tych elementów (Osiadacz 2007).
- kryteria środowiskowe: **sylwibionty**, zasiedlające zbiorowiska leśne, tj. *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; **kserotermobionty**, żyjące w murawach kserotermicznych *Sileno-Phleetum* i murawach ze związku *Cirsio-Brachypodion*; **herbosabionty**, żyjące w łąkach turzycowych z rzędu *Molinietalia caeruleae*.

### 3.8. Charakterystyka chorologiczna

W zebranych materiale wyróżniono następujące elementy chorologiczne:

**geopolityczny** – obejmujący gatunki o zasięgu przekraczającym granice Holarktyki, w tym również zawleczone,

**holarktyczny** – dla gatunków rozprzestrzenionych na całym obszarze Holarktyki,



**holarktyczny nieciągły** – obejmujący gatunki występujące na całym obszarze Holarktyki, jednak w sposób rozerwany,

**amfipalearktyczny** – obejmujący gatunki występujące wyłącznie w Europie oraz na Dalekim Wschodzie,

**zachodniopalearktyczny** – obejmujący gatunki rozsiedlone w zachodniej części Palearktyki,

**zachodniopalearktycznostepowy** – obejmujący gatunki występujące w zachodniej części Palearktyki w biomach lasostepów i stepów,

**eurosyberyjski** – dla gatunków rozprzestrzenionych w Europie i na Syberii,

**europejski** – obejmujący gatunki występujące na obszarze przeważającej części Europy.

Do określenia aktualnego światowego zasięgu rozsiedlenia gatunków mszyc stwierdzonych na obszarze Garbu Tarnogórskiego posłużono się następującymi opracowaniami: Blackman, Eastop 1984, 1994, Heie 1980, 1982, 1986, 1992, 1994, 1995, Osiadacz 2007, Szelegiewicz 1963, 1966, 1968, 1978a, 1985, Wojciechowski 2003.

## 4. Wyniki

### 4.1. Charakterystyka zgrupowań mszyc na powierzchniach badawczych

#### Powierzchnia 1.

W zbiorowisku tym (*Molinio caeruleae-Quercetum roboris*) znaleziono 34 gatunki mszyc należące do 4 rodzin i 18 rodzajów. W badaniach ilościowych odnotowano 18 gatunków mszyc. Superdominantem na tej powierzchni okazał się *Chaitophorus populeti* (45,09% badanego materiału), eudominantami były tu *Aphis idaei* i *A. frangulae* (odpowiednio 18,35% i 12,72%), a dominantem był *C. tremulae* (9,54% odnotowanych kolonii mszyc) (Tab. 5). Pozostałe 14 gatunków mszyc stanowiło w sumie 14,31% całkowitej liczby odnotowanych kolonii.

Eukonstantem w badanym zbiorowisku był *C. populeti*, obecny w 89,13% prób, a konstantami *A. frangulae* i *A. idaei*, obecne odpowiednio w 63,06% i 56,54% prób. *C. tremulae* obecny w 41,32% prób zyskał klasę gatunku akcesorycznego. Pozostałe gatunki osiągały frekwencję poniżej 25,1%, co plasuje je w IV klasie stałości, jako gatunki akcydentalne (Tab. 6).

Najwyższą wartość wskaźnika Q – 0,6339 w tym zgrupowaniu osiąga *C. populeti*, a kolejno także: *A. idaei* – 0,3221, *A. frangulae* – 0,2832 i *C. tremulae* – 0,1985.

Populacja superdominanta najwyższą liczebność uzyskiwała w pierwszej dekadzie czerwca, a wśród eudominantów na przełomie maja i czerwca dla *A. idaei* i w pierwszej dekadzie lipca dla *A. frangulae* (Ryc. 4). *C. tremulae* najwyższą liczebność osiągał w drugiej połowie maja.

#### Powierzchnia 2.

Na powierzchni 2, reprezentującej podobny płat dąbrowy, znaleziono 33 gatunki należące do 4 rodzin i 19 rodzajów. W badaniach ilościowych odnotowano tylko 11 gatunków mszyc (Tab. 7). Na powierzchni tej żaden gatunek nie uzyskał klasy superdominanta ale aż pięć gatunków osiągnęło klasę eudominanta, a były to kolejno: *Aphis frangulae* (29,15% całkowitej liczby odnotowanych kolonii), *Chaitophorus populeti* (22,71%), *C. tremulae* (14,33%), *Impatiens asiaticum* (11,76%) i *A. idaei* (10,14%). *Thelaxes dryophila* i *A. viburni* osiągnęły klasę subdominanta, stanowiąc odpowiednio 4,51% i 4,35% całkowitej liczby odnotowanych kolonii. Pozostałe cztery gatunki osiągają ogółem 3,06% odnotowanych kolonii.

Konstantami na tej powierzchni były *A. frangulae* i *C. populeti*, pojawiając się odpowiednio w 56,82% i 56,36% prób. Trzy gatunki osiągnęły klasę gatunków

akcesorycznych, były to: *A. idaei* (36,81%), *C. tremulae* (31,04%), *I. asiaticum* (25,91%). *T. dryophila* zbliżył się do poziomu klasy gatunku akcesorycznego (24,54%). Pozostałe gatunki to gatunki akcydentalne (Tab. 8).

Najwyższe wartości wskaźnika Q osiągają w tym zgrupowaniu *A. frangulae* – 0,407 i *C. populeti* – 0,3578 a kolejno także: *C. tremulae* – 0,2109 i *A. idaei* – 0,1932.

Z pośród eudominantów, najwcześniej szczyt liczebności osiągał *A. idaei*, w trzeciej dekadzie maja, a w pierwszej dekadzie czerwca *A. frangulae* i *C. tremulae* (Ryc. 5). *C. populeti* osiągał dwa szczyty liczebności - w trzeciej dekadzie maja i pierwszej dekadzie lipca. W kolejnych miesiącach liczebność mszyc stopniowo malała. Wyjątkiem był *I. asiaticum*, który osiągał szczyt liczebności w pierwszej dekadzie września.

### **Powierzchnia 3.**

Na powierzchni tej (*Molinietum caeruleae*) stwierdzono obecność 30 gatunków należących do 5 rodzin i 19 rodzajów. W badaniach ilościowych odnotowano obecność 13 gatunków. Superdominantem na tej powierzchni był *Aphis fabae*, który stanowił aż 73,12% wszystkich odnotowanych kolonii, osiągając też najwyższą wartość wskaźnika Q – 0,9832. Eudominantem był *Sipha maydis*, osiągając 12,59% całkowitej liczby kolonii (Tab. 9). Pozostałe 9 gatunków stanowiło ogółem 14,29% wszystkich kolonii, z czego *Aulacorthum solani* i *Rhopalosiphum padi* osiągnęły klasę subdominanta (odpowiednio 4,14% i 3,95% całkowitej liczby kolonii).

Wysokie wartości współczynnika Q osiągnęły w tej powierzchni także: *A. solani* – 0,5477, *S. maydis* – 0,4830, oraz *A. rumicis*, *R. padi* i *T. dryophila*, z jednakową wartością współczynnika Q wynoszącą 0,3651.

Eukonstantem był także *A. fabae* (96,67% wszystkich prób), a *A. solani* osiągnął status gatunku akcesorycznego (obecny w 30% prób) (Tab. 10). Pozostałe gatunki osiągnęły klasę gatunków akcydentalnych.

Najwyższą liczebność populacja superdominanta osiągnęła w pierwszej połowie czerwca, w czasie kwitnienia gatunków z rodzaju *Cirsium*, ich głównego żywiciela w tym zbiorowisku (Ryc. 6). Także *A. solani* i *R. padi* osiągnęły najwyższą liczebność w pierwszej połowie czerwca, podczas gdy *S. maydis* najwyższą liczebność osiągnął w ostatniej dekadzie czerwca, choć względnie wysoką liczebność utrzymywał przez cały czerwiec i lipiec (Ryc. 7).

#### Powierzchnia 4.

W zbiorowisku tym (*Molinietum caeruleae*) stwierdzono obecność 27 gatunków mszyc należących do 4 rodzin i 15 rodzajów. W badaniach ilościowych stwierdzono obecność 12 gatunków. Superdominantem w tym środowisku był *A. fabae*, stanowiący 49,7% wszystkich odnotowanych kolonii mszyc (Tab. 11). Dominantami były kolejno: *Capitophorus carduinus* (9,22%), *S. maydis* (8,82%), *Brachycaudus cardui* (5,81%) i *Aphis podagrariae* 5,41%.

*A. fabae* osiąga w tym zgrupowaniu najwyższą wartość współczynnika Q – 0,6811, natomiast znaczące wartości współczynnika Q osiągają tylko *A. acetosae* – 0,2574 i *C. carduinus* – 0,2074.

Eukonstantem był *A. fabae*, obecny w 93,33% prób, a gatunkami akcesorycznymi były: *C. carduinus* (46,67%), *S. maydis* i *Uroleucon jaceae* (po 33,33%) a także *B. cardui* i *A. ulmariae* (oba po 26,67%) (Tab. 12).

Szczyt liczebności superdominanta przypada na czerwiec, w innych miesiącach spotykano tylko pojedyncze kolonie (Ryc. 8.). Z kolei spośród dominantów, szczyt liczebności *B. cardui* i *A. podagrariae* przypada na połowę czerwca, szczyt liczebności *C. carduinus* na połowę lipca a *S. maydis* na koniec lipca (Ryc. 9).

#### Powierzchnia 5.

W zbiorowisku tym (związek *Filipendulion ulmariae*) stwierdzono obecność 13 gatunków mszyc należących do 4 rodzin i 11 rodzajów. W badaniach ilościowych odłowiono 281 osobników należących do 8 gatunków. Na badanej powierzchni 4 gatunki osiągnęły klasę eudominanta (Tab. 13): *C. populeti* (28,47% liczby odłowionych mszyc), *C. tremulae* (20,64%), *A. ulmariae* (19,93%) i *A. urticata* (19,22%). Dwa gatunki osiągnęły liczebność subdominanta: *Schizaphis graminum* (4,63%) i *S. maydis* (3,91%) a dwa pozostałe gatunki klasę recedenta: *Laingia psammae* (1,78%) i *Macrosiphoniella artemisiae* (1,42%).

Cztery gatunki osiągają w tym zgrupowaniu wysokie i porównywalne wartości współczynnika Q, kolejno: *C. populeti* – 0,474, *C. tremulae* – 0,4447, *A. ulmariae* – 0,3966 i *A. urticata* – 0,3605.

Eukonstantami w tym zbiorowisku były: *C. tremulae* (obecny w 94,44% wszystkich prób) oraz *C. populeti* i *A. ulmariae*, obecne w 77,78% prób. Konstantami były *A. urticata* (66,67%) i *S. maydis* (55,56%) (Tab. 14).

Szczyt liczebności *C. populeti* i *C. tremulae* na tej powierzchni przypadał na pierwszą dekadę czerwca, *A. ulmariae* osiągał szczyt liczebności w drugiej dekadzie czerwca a *A. urticata* w drugiej dekadzie lipca (Ryc. 10).

### Powierzchnia 6.

Zbiorowisko to (*Sileno-Phleetum*) było najbogatsze w gatunki, spośród wszystkich objętych badaniami, stwierdzono tu obecność 55 gatunków mszyc, należących do 5 rodzin i 23 rodzajów. W badaniach ilościowych ujęto 34 gatunki mszyc. W strukturze dominacji afidofauny tego zbiorowiska 4 gatunki osiągnęły klasę liczebności eudominanta, a mianowicie: *Aphis jacobaeae* (20,68% całkowitej liczby odnotowanych kolonii), *S. maydis* (20,42%), *A. hieracii* (10,47%) i *Acaudinum centaureae* (10,01%) (Tab. 15). Subdominantami były: *A. picridis* (4,97%), *Hyperomyzus picridis* (4,52%), *A. craccivora* (3,73%), *Semiaphis dauci* (3,60%), *A. sedi* (3,27%) i *Ammiaphis sii* (2,29%).

Najwyższą wartość wskaźnika Q osiągnęły w tej powierzchni *S. maydis* – 0,4366 i *A. jacobaeae* – 0,4314, a znaczące wartości osiągnęły także: *A. confusa* – 0,2587 i *A. euphorbiae* – 0,2287.

Eukonstantami w tej powierzchni były *S. maydis* (93,34% prób) i *A. jacobaeae* (90%). Konstantami były *A. centaureae* (66,69%), *A. sedi* (59,99%) i *S. dauci* (53,34%) (Tab. 16). Szczyt liczebności *A. jacobaeae* i *A. centaureae* przypadał na ostatnią dekadę czerwca, *A. hieracii* na połowę lipca, a *S. maydis* osiągnął dwa szczyty liczebności: w połowie lipca i w połowie sierpnia (Ryc. 11).

### Powierzchnia 7.

W zbiorowisku tym (*Sileno-Phleetum*) stwierdzono obecność 38 gatunków mszyc, należących do 5 rodzin i 18 rodzajów. W badaniach ilościowych odnotowano 29 gatunków mszyc. Eudominantami na tej powierzchni były *S. maydis* (22,01% całkowitej liczby kolonii) i *A. centaureae* (14,40%) (Tab. 17). Dominantami były kolejno: *A. hieracii* (9,63%), *A. jacobaeae* (9,40%), *H. picridis* (5,90%) i *A. confusa* (5,52%). Bliski zakwalifikowania do klasy dominanta był *S. dauci* osiągając 5,00% udziału w liczebności kolonii.

Najwyższą wartość współczynnika Q osiągnął na tej powierzchni *S. maydis* – 0,4532, a znaczące wartości osiągnęły kolejno: *A. centaureae* – 0,3533, *A. jacobaeae* – 0,2798 i *A. hieracii* – 0,2775.

Eukonstantami na tej powierzchni były: *S. maydis* (obecny w 93,33% prób), *A. centaureae* (86,67%), *A. jacobaeae* (83,33%) i *A. hieracii* (80%) (Tab. 18). Konstantami na tej powierzchni były: *H. picridis* (73,33%), *A. confusa* (66,67%) i *S. dauci* (60%).

Spośród eudominantów, *A. centaureae* osiągał szczyt liczebności w czerwcu, zaś *S. maydis* w czerwcu i pierwszej dekadzie sierpnia (Ryc. 12). Gatunki dominujące osiągały szczyt liczebności w ostatniej dekadzie maja (*A. jacobaeae* wysoką liczebność utrzymywał do

pierwszej dekady lipca), pierwszej dekadzie czerwca (*H. picridis*) lub w ciągu całego czerwca (*A. hieracii*). Jedynie *A. confusa* osiągnął szczyt liczebności w pierwszej dekadzie sierpnia (Ryc. 13).

#### **Powierzchnia 8.**

Na powierzchni tej (związek *Cirsio-Brachypodion*) odłowiono ogółem 1143 osobniki mszyc, należące do 39 gatunków z 5 rodzin i 19 rodzajów. Eudominantami na tej powierzchni były: *S. maydis* (23,8% odłowionych osobników), *A. centaureae* (18,9%) i *A. jacobaeae* (16,1%) (Tab. 19). Klasę dominanta osiągnęły *A. hieracii* (8,92%) i *Dysaphis crataegi* (7,17%).

Najwyższe wartości wskaźnika Q osiągnęły w tej powierzchni kolejno: *S. maydis* – 0,4879, *A. centaureae* – 0,3834 i *A. jacobaeae* – 0,3783. Znaczące wartości osiągnęły także *A. hieracii* – 0,2634 i *D. crataegi* – 0,2362.

Eukonstantami było aż 7 gatunków, tj: *S. maydis* (obecny w 100% prób); *A. jacobaeae* (88,89%); *A. centaureae*, *A. hieracii*, *D. crataegi*, *A. confusa*, *Semiaphis dauci* (po 77,78%) (Tab. 20). Pięć gatunków osiągnęło klasę konstanta, tj: *A. intybi* (66,67%), *Semiaphis pimpinellae* (66,67%), *A. fabae* (55,56%), *A. molluginis* (55,56%) i *Uroleucon cichorii* (55,56%).

Spośród eudominantów, szczyt liczebności *A. jacobaeae* i *A. centaureae* przypada na drugą dekadę czerwca a *S. maydis* na drugą dekadę lipca (Ryc. 14). Z kolei szczyt liczebności dominantów przypada na pierwszą dekadę czerwca dla *A. hieracii* i drugą dekadę czerwca dla *D. crataegi* (Ryc. 15).

#### **4.2. Badania jakościowe**

W trakcie przeprowadzonych badań jakościowych i ilościowych w wymienionych siedliskach roślinnych znaleziono 125 gatunków mszyc, należących do 5 rodzin i 53 rodzajów. Systematyczny wykaz gatunków *Aphidinea* zebranych w badanych zbiorowiskach roślinnych przedstawia Tabela 2. Najliczniej reprezentowana jest rodzina *Aphididae* – 89 gatunków w 28 rodzajach (71,2% zebranego materiału), w tym rodzaj *Aphis* reprezentowany jest przez 40 gatunków (co stanowi aż 32% zebranego materiału). Rodzina *Drepanosiphidae* reprezentowana jest przez 17 gatunków w 14 rodzajach (stanowi 13,6% zebranego materiału) zaś kolejne rodziny odpowiednio: *Lachnidae* – 7,2% (9 gatunków w 5 rodzajach), *Pemphigidae* – 5,6% (7 gatunków w 5 rodzajach, *Anoeciidae* – 2,4% (3 gatunki z rodzaju *Anoecia*).

### 4.3. Podobieństwo zgrupowań

Stopień podobieństwa jakościowego afidofauny pomiędzy badanymi zbiorowiskami, określony na podstawie współczynnika Marczewskiego-Steinhaus'a wskazuje na wyraźne podobieństwo zgrupowań mszyc związanych z określonym typem zbiorowiska roślinnego (Tab. 3).

Najwyższą spośród badanych zgrupowań, II klasę podobieństwa uzyskały zgrupowania związane z murawami kserotermicznymi z zespołu *Sileno-Phleetum*, co świadczy o wyraźnym podobieństwie zgrupowań mszyc w tym zbiorowisku. Z kolei powierzchnia 8 wykazuje V klasę podobieństwa, co świadczy o odrębności tego zgrupowania, ale jednocześnie może wskazywać na jego przynależność do kręgu zgrupowań, charakterystycznego dla muraw kserotermicznych klasy *Festuco-Brometea*.

Także zgrupowania na powierzchniach 3 i 4 mają stosunkowo wysoką, III klasę podobieństwa, cechując się ponad 50% podobieństwem fauny. Powierzchnia 5 wykazuje V i VI klasę podobieństwa w stosunku do zgrupowań na łąkach turzycowych, co pozostaje w zgodzie z jej przynależnością do związku *Filipendulion ulmariae*. Niemniej pewne gatunki wspólne mogą wskazywać na wspólną przynależność do kręgu zgrupowań związanych z klasą *Molinietalia*.

Zgrupowania związane z obydwoma powierzchniami leśnymi wykazują III klasę podobieństwa, wskazującą na przynależność do jednego zgrupowania.

W składzie gatunkowym mszyc tylko dwa gatunki: *A. fabae* i *T. ulmi* są spotykane we wszystkich trzech zbiorowiskach. Wiąże się to z bardzo szeroką bazą pokarmową tych gatunków, które są polifagami na wielu gatunkach roślin, spotykanych we wszystkich badanych zbiorowiskach. *A. fabae* jest gatunkiem różnodomnym, pospolitym w całej Holarktyce, migruje z trzmieliny, kaliny, lilaka na żywiciela wtórnego, którym mogą być liczne gatunki roślin zielnych należących do wielu rodzin. Może on być szkodnikiem upraw buraka cukrowego a ponadto wektorem wielu chorób wirusowych. *Tetraneura ulmi* jest także gatunkiem różnodomnym, którego żywicielem pierwotnym są liczne gatunki wierzb, z których migruje na korzenie różnych gatunków traw. Jest pospolity w całej Palearktyce i został zawleczony do Holarktyki, szkodnik wierzb i zbóż.

Do analizy podobieństw zgrupowań zastosowano metodę PCA, która jasno wskazuje na bliskie podobieństwo zgrupowań mszyc w określonych typach zbiorowisk. W tej analizie wyraźnie widać (Ryc. 60), że zgrupowanie na powierzchni 8 jest bardzo bliskie zgrupowaniom należącym do zespołu *Sileno-Phleetum*, chociaż nieco bliższe zgrupowaniu z powierzchni 7 niż 6. Także zgrupowania obydwu powierzchni (1 i 2) dąbrowy i powierzchni (3 i 4) łąk

wilgotnych zbliżają się do siebie. Zgrupowanie związane z powierzchnią 5 zdaje się zajmować pozycję pośrednią, między zgrupowaniami łąk wilgotnych a zgrupowaniami związanymi z dąbrowami.

Bardzo podobne zależności wykazuje analiza odległości euklidesowych podobieństw zgrupowań (Ryc. 58 i 59), wskazując na wyraźną odrębność zgrupowań z muraw kserotermicznych od zgrupowań związanych ze zbiorowiskami świeżymi i wilgotnymi a więc dąbrów i łąk turzycowych.

#### **4.4. Charakterystyka zgrupowań mszyc**

Na podstawie wskaźników Q i W, na powierzchniach 1-4 i 6-7 można wyróżnić gatunki charakterystyczne i wyróżniające dla zgrupowań związanych z poszczególnymi zbiorowiskami roślinnymi (Tabela 4). Także dla powierzchni 5 i 8 wyznaczono gatunki charakterystyczne i wyróżniające na podstawie wartości tych samych wskaźników.

Zgrupowanie związane ze zbiorowiskiem *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*

(powierzchnie 1 i 2)

Gatunkami charakterystycznymi dla zgrupowania związanego z tym zbiorowiskiem okazały się *Chaitophorus populeti* i *C. tremulae* oraz *Thelaxes dryophila* (Tab. 4). Choć pojawiają się także w innych zbiorowiskach wilgotnych, najwyższą wartość wskaźnika W osiągają w dąbrowach (Tab. 26). Pierwsze dwa gatunki są w dąbrowach gatunkami dominującymi i występującymi z dość dużą stałością, związane są głównie z warstwą podszytu, w której obficie występują siewki *Populus tremula*. Natomiast *T. dryophila* związany jest z dębami, stanowiącymi główny element drzewostanu we wszystkich warstwach lasu, i choć nie występuje zbyt licznie i pojawia się także w innych zbiorowiskach, w lasach osiągał najwyższy wskaźnik wierności.

Za gatunki wyróżniające uznano *Aphis frangulae*, *A. idaei*, *A. ruborum* i *A. viburni*. Gatunki te występowały w obydwu powierzchniach dąbrowy i tylko w tym zbiorowisku roślinnym, uzyskując wysokie wartości wskaźnika W. Związane są z roślinami charakterystycznymi dla dąbrów tj. *Frangula alnus* oraz krzewami z rodzajów *Rubus* i *Viburnum*, które stanowią dominujący składnik podszytu tego zbiorowiska.



#### Zgrupowanie związane ze zbiorowiskiem *Molinietum caeruleae*

(powierzchnie 3 i 4)

Gatunkiem charakterystycznym dla zgrupowania związanego z tym zbiorowiskiem jest niewątpliwie *Aphis fabae*, osiągający tu najwyższą liczebność i frekwencję a także najwyższy wskaźnik wierności (Tab. 4 i 26). Związany jest on z różnymi roślinami występującymi obficie w tym zbiorowisku, głównie z rodzaju *Cirsium*.

Za gatunek charakterystyczny można uznać także *Brachycaudus cardui*, występujący tutaj także na gatunkach z rodzaju *Cirsium* i osiągający w tym zbiorowisku najwyższą wartość wskaźnika W.

Za gatunki wyróżniające można uznać *Rhopalosiphum maidis*, *Hyalopterus pruni*, *Uroleucon cirsii* i *Capitophorus carduinus*. Pierwsze dwa związane są z trawami a pozostałe dwa z gatunkami z rodzaju *Cirsium*.

#### Zgrupowanie związane ze zbiorowiskiem *Sileno-Phleetum*

(powierzchnie 6 i 7)

Dla zgrupowania murawy kserotermicznej *Sileno-Phleetum* wyodrębniono najwięcej gatunków charakterystycznych i wyróżniających (Tab. 4), ponieważ były to zbiorowiska najbogatsze faunistycznie. Do gatunków charakterystycznych zaliczono: *Aphis euphorbiae*, *Brachycaudus lychnidis*, *Galiobium langei*, *Dysaphis bonomii*, *Hyadaphis foeniculi* i *Semiaphis dauci*. W omawianej murawie wykazują wysoką wartość wskaźnika W oraz stanowią istotny element struktury zgrupowań mszyc (Tab. 26).

Do gatunków wyróżniających zaliczono: *Ammiaphis sii*, *Aphis lambersi*, *A. sedi*, *A. subnitida*, *B. tragopogonis*, *Hyperomyzus picridis* i *Uroleucon nigrocampanulae*. Są to gatunki powiązane troficznie z roślinami charakterystycznymi dla tej murawy, jak *Falcaria viridis*, *Daucus carota*, *Sedum maximum*, *Pimpinella saxifraga*, *Picris hieracioides*, *Tragopogon orientalis* czy *Campanula glomerata*.

#### Zgrupowanie związane z łąką *Filipendulion ulmariae*

(powierzchnia 5)

Za gatunki charakterystyczne dla zgrupowań związanych ze zbiorowiskami ze związku *Filipendulion ulmariae* należy uznać *A. ulmariae* i *A. urticata* (Tab. 26). Co prawda obydwie te gatunki pojawiają się także na łąkach turzycowych, ale w płacie tej łąki osiągają najwyższą liczebność. *A. ulmariae* związana jest z *Filipendula ulmaria*, który jest gatunkiem charakterystycznym dla zbiorowisk tego związku.

Za wyróżniające trzeba uznać *M. artemisiae* i *S. graminum*, których nie odnotowano w pozostałych powierzchniach.

#### Zgrupowanie związane z murawą *Cirsio-Brachypodion*

(powierzchnia 8)

Za gatunki charakterystyczne dla tego zgrupowania należy uznać *D. crataegi* i *U. cichorii*, które osiągają w tej powierzchni najwyższe wartości wskaźnika W (Tab. 26). Dla *D. crataegi* żywicielami wtórnymi były rośliny baldaszkowate pojawiające się w płatach tej murawy (np: *Daucus carota*), a *U. cichorii* żeruje na *Cichorium intybus*, ale gatunki tych roślin nie są charakterystyczne dla muraw *C.-Brachypodion*.

Za gatunki wyróżniające należy uznać: *A. molluginis*, *A. chloris*, *A. berteroeae*, *Anuraphis catoni* i *Brachycaudus helichrysi*. Gatunki te odnotowano tylko na powierzchni 8.

Do gatunków charakterystycznych dla grupy zbiorowisk wilgotnych, a więc dąbrów i łąk turzycowych, można zaliczyć następujące gatunki: *Chaitophorus populeti* i *Aphis podagrariae*. *Ch. populeti* jest gatunkiem jednodomnym, żerującym na topolach, głównie topoli osice, która na badanym obszarze występuje obficie w podszycie dąbrów a jako gatunek o charakterze pionierskim, także na łąkach wilgotnych, w postaci pojedynczych siewek. Podobnie *Aphis podagrariae* jest monofagiem na *Aegopodium podagraria*, roślinie wyraźnie preferującej siedliska wilgotne.

Z kolei grupą gatunków charakterystycznych dla środowisk otwartych, a więc muraw kserotermicznych i łąk wilgotnych są: *Aphis acetosae*, *Uroleucon obscurum*, *Sipha maydis*, *Anoecia corni*, *Forda formicaria* i *F. marginata*. Pierwszy z tych gatunków jest monofagiem na różnych gatunkach szczawiu a drugi także monofagiem na różnych gatunkach jastrzębca. Pozostałe gatunki są związane z różnymi gatunkami traw, żerując albo na pędach nadziemnych (*S. maydis*) albo na korzeniach (*Anoecia* i *Forda*).

#### 4.5. Analiza chorologiczna

Pośród elementów chorologicznych badanego obszaru przeważają gatunki o szerokich zasięgach (Ryc. 61). Dominującym elementem jest element europejski, stanowiący 31% wszystkich odnotowanych gatunków (38 gatunków). Porównywalny udział mają gatunki geopolityczne, stanowiące 25% zebranego materiału (31 gatunków). Gatunki holarktyczne o zasięgu nieciągłym stanowią 14% (18 gatunków), a gatunki zachodniopalearktyczne stanowią 13% (16 gatunków) zebranego materiału (Ryc. 61).

Najmniejszym udziałem w zebranych materiale cechują się gatunki holarktyczne (7% - 9 gatunków), eurosyberyjskie (5% - 6 gatunków), amfipalearktyczne (3% - 4 gatunki) i zachodniopalearktycznostepowe (2% - 3 gatunki).

#### **4.6. Analiza ekologiczna**

Analiza ekologiczna występujących gatunków mszyc uwzględniająca ich związki troficzne wykazała, że przeważają gatunki monofagiczne, stanowiące 64% całkowitej liczby zebranego materiału (Ryc. 62). Prawie jedną trzecią odnotowanych gatunków stanowią polifagi – 29,6%, a tylko 6,4% stanowią mszyce oligofagiczne.

Uwzględniając kryterium środowiskowe, dominują kserotermobionty, związane z murawami kserotermicznymi, stanowiące 45% stwierdzonych gatunków (Ryc. 63). Porównywalnym udziałem cechują się sylwibionty - 29% i herbosabionty - 26% stwierdzonych gatunków mszyc.

Pod względem wymagań wilgotnościowych, w zebranych materiale zaznacza się duży udział gatunków mezohigrofilnych, tj. związanych ze środowiskami świeżymi – 36 % (Ryc. 64.). Gatunki kserofilne (xph1 + xph2) stanowią 17,5% a gatunki higrofilne (hg1+ hg2) zaledwie 2%. Charakterystyczny jest duży udział gatunków o szerokiej tolerancji ekologicznej: xph1-hg1 (15,2%), mh-xph1 (19,2%) i mh-hg1 (12%), co razem stanowi 46,4 % zebranego materiału. U około 18% gatunków mszyc następuje zmiana wymagań wilgotnościowych podczas zmiany żywiciela.

#### **4.7. Analiza różnorodności gatunkowej zgrupowań mszyc na poszczególnych powierzchniach badawczych**

Wskaźnik różnorodności Shannona-Weavera  $H'$  mieścił się w granicach między 1,045 a 2,702 (Tab. 27). Najniższą wartość – 1,045 wskaźnik  $H'$  osiągnął na powierzchni 3, w zbiorowisku *Molinietum caeruleae*, natomiast największą wartość – 2,702 na powierzchni 7, na murawie *Sileno-Phleetum*.

Wartości wskaźnika równomierności Pielou mieściły się w granicach między 40,74% a 82,86%. Najniższą wartość wskaźnik ten osiągnął na powierzchni 3, w zbiorowisku *Molinietum caeruleae*, najwyższą zaś na powierzchni 5, w zbiorowisku *Lysimachio-Filipenduletum ulmariae*.

Wartości wskaźnika różnorodności Brillouina mieściły się w granicach między 1,006 dla powierzchni 3 a 2,652 dla powierzchni 7.

Próbkowa różnorodność rzeczywista wskaźnika różnorodności Simpsona osiągnęła najniższą wartość na powierzchni 3, w zbiorowisku *Molinietum caeruleae*, przyjmując wartość 0,446. Wartość najwyższą wskaźnik ten osiągnął na powierzchni 7, w zbiorowisku *Sileno-Phleetum*, przyjmując wartość 0,899.

Wskaźnik potencjalnej różnorodności rzeczywistej wahał się w granicach wartości od 0,875 dla powierzchni 5 do 0,971 dla powierzchni 6.

Stopień odchylenia rzeczywistego stanu zgrupowania od potencjalnego osiągał najwyższe wartości na powierzchniach 6-8, a więc w murawach kserotermicznych, wahając się od 90,74% do 93,16%.

W dąbrowach wskaźnik ten osiągał niższe wartości, odpowiednio 77,86% dla powierzchni 1 i 89,66% dla powierzchni 2.

W łąkach wilgotnych wartość stopnia odchylenia wahała się w szerokich granicach, od 48,32% dla powierzchni 3, poprzez 78,84% dla powierzchni 4 aż po 90,97% dla powierzchni 5.

#### **4.8. Analiza dyskryminacyjna**

Zastosowane metody analizy dyskryminacyjnej (Tab. 28) pozwoliło wyznaczyć następujące wskaźniki:

- wskaźnik różnorodności numerycznej ( $D_n$ ), który przyjmuje wartość minimalną 0,1654 na powierzchni 3, natomiast wartość maksymalną 0,9851 na powierzchni 8.
- wskaźnik różnorodności specyficznej ( $D_s$ ), który przyjmuje wartość minimalną 0,1538 na powierzchni 3, natomiast wartość maksymalną 0,9655 na powierzchni 7.

#### **4.9. Związki trofobiotyczne mszyc z mrówkami**

##### **4.9.1. Charakterystyka myrmekofauny**

W wyniku przeprowadzonych badań, na badanych powierzchniach stwierdzono obecność 24 gatunków mrówek należących do 3 podrodzin i 10 rodzajów. Z pomocą pułapek Barbera odłowiono ogółem 13 440 robotnic.

Ponieważ określenie dominacji i stałości występowania jest w przypadku mrówek problematyczne, można by bowiem opierać się zarówno na zagęszczeniu gniazd jak i na penetracji podłoża, zrezygnowano z przyporządkowania gatunków do poszczególnych klas dominacji i frekwencji, a podano jedynie wartości zagęszczenia gniazd poszczególnych gatunków i udział procentowy w penetracji podłoża.

Ogólne dane dotyczące zagęszczenia gniazd mrówek w badanych zbiorowiskach przedstawia tabela (Tab. 21).

#### 4.9.1.1. Charakterystyka myrmekofaunistyczna powierzchni badawczych

##### Powierzchnia 1

Na powierzchni 1 znaleziono 10 gatunków mrówek (Tabela 21). Gatunkiem dominującym jest *Myrmica rubra*, której zagęszczenie gniazd wynosi 0,162 na 1m<sup>2</sup> a udział w penetracji podłoża ponad 55 % (Tabela 22). Gatunkami o znacznym udziale w strukturze myrmekofauny są tutaj także: *Lasius platythorax* (zagęszczenie gniazd 0,086 na 1m<sup>2</sup> i udział w penetracji podłoża ok. 13%), *M. ruginodis* (odpowiednio: 0,074 i ponad 27 %). W badaniach zagęszczenia gniazd wykryto także: *Stenamma debile* (zagęszczenie 0,024), *Lasius brunneus* i *Lasius umbratus* (zagęszczenie 0,008) i *Leptothorax muscorum* (zagęszczenie 0,008); gatunki te stanowią znikomy odsetek robotnic odławianych w pułapkach Barbera. Do pułapek Barbera odłowiono także 1 robotnicę *Lasius fuliginosus* (Tabela 22). Szczyt liczebności mrówek penetrujących podłoże przypadał tutaj na miesiące letnie, na czerwiec dla *L. platythorax* i lipiec-sierpień dla *M. rubra* i *M. ruginodis* (Ryc. 16).

##### Powierzchnia 2

Na powierzchni 2 znaleziono 8 gatunków mrówek (Tabela 21). Gatunkiem dominującym był *M. rubra* (zagęszczenie gniazd 0,085 i udział w penetracji ponad 37 %) ale niewiele mniejszym udziałem charakteryzował się *M. ruginodis* (odpowiednio 0,07 i ponad 33 %) (Tabela 22). *L. platythorax* miał na tej powierzchni wyższe zagęszczenie gniazd (0,056) i większy udział w penetracji podłoża (ponad 23 %) w porównaniu z powierzchnią 1. Odnotowano tutaj także *Formica fusca* z zagęszczeniem gniazd wynoszącym 0,006 i udziałem w penetracji wynoszącym 0,46 % w 2006 i 3,09 % w 2007 roku. Ponadto stwierdzono tu obecność *Lasius brunneus*, *L. flavus*, *L. umbratus* i *Leptothorax acervorum*. Szczyt liczebności mrówek penetrujących teren przypadał na przełom czerwca i lipca dla *L. platythorax* i lipiec-sierpień dla *M. rubra* i *M. ruginodis* (Ryc. 17). Nie zaobserwowano wyraźnego maksimum liczebności dla *F. fusca*.

##### Powierzchnia 3

Na powierzchni 3 znaleziono 7 gatunków mrówek (Tabela 21). Gatunkiem dominującym był tutaj *M. rubra*, osiągający zagęszczenie gniazd wynoszące 0,181 na 1m<sup>2</sup> i udział w penetracji podłoża wynoszący 49,29 % w roku 2006 i 66,29 % w roku 2007 (Tabela 23).

Pozostałe gatunki mrówek to: *M. scabrinodis* (zagęszczenie 0,032 i udział w penetracji 22,64 % i 6% w kolejnych latach), *L. niger* (zagęszczenie 0,027 i odpowiednio: 3,18 % i 6,64 %), *F. fusca* (zagęszczenie 0,024 i odpowiednio: 18,55 % i 13,29 %), *L. flavus* (zagęszczenie 0,019), *M. ruginodis* (zagęszczenie 0,016 i ok. 7 %) i *L. acervorum* (0,013). Szczyt liczebności mrówek penetrujących teren zanotowano na tej powierzchni w czerwcu dla *M. rubra*, *M. scabrinodis*, *F. fusca* i *L. niger*, a w maju dla *M. ruginodis* (Ryc. 18 i 19).

#### Powierzchnia 4.

Na powierzchni 4 znaleziono 6 gatunków mrówek (Tabela 21). Gatunkiem dominującym był tutaj *M. rubra*, osiągając zagęszczenie gniazd 0,131 na 1m<sup>2</sup> i udział w penetracji podłoża 37,3 % w roku 2006 i 45,53 % w roku 2007. Duże zagęszczenie gniazd osiągnął także *L. flavus* (0,048) nie mający jednakże udziału w penetracji podłoża (Tabela 23). *M. scabrinodis* osiągnął zagęszczenie podłoża wynoszące 0,043 i udział w penetracji podłoża 35,58 % i 25,07 % w kolejnych latach. Pozostałe gatunki mrówek to: *M. ruginodis* (zagęszczenie 0,021 i udział w penetracji: 12,15 % i 7,2 % w kolejnych latach), *L. niger* (zagęszczenie 0,019 i odpowiednio: 4,66 % i 10,66 %) i *F. fusca* (zagęszczenie 0,013 i ok. 11%). Szczyt liczebności robotnic penetrujących teren przypada na czerwiec dla *M. rubra*, *M. ruginodis* i *F. fusca*, sierpień dla *M. scabrinodis* i okres czerwiec-lipiec dla *L. niger* (Ryc. 20).

#### Powierzchnia 6

Na powierzchni 6 stwierdzono obecność 11 gatunków mrówek (Tabela 21). Gatunkiem dominującym pod względem zagęszczenia gniazd był tutaj *L. niger*, z zagęszczeniem 0,504 na 1 m<sup>2</sup>. Gatunek ten był także absolutnym dominantem w penetracji podłoża, stanowiąc około 90% odławianych robotnic (Tabela 24). Tylko *L. flavus* miał wyraźny udział liczebności gniazd – 0,253 na 1 m<sup>2</sup>, lecz miał znikomy udział w penetracji podłoża. Pozostałe gatunki miały niewielki udział zarówno w zagęszczeniu gniazd jak i penetracji podłoża, tylko gatunki z rodzaju *Formica* przekraczały 2 %. Szczyt liczebności robotnic *L. niger* penetrujących teren przypadał na drugą połowę czerwca i lipiec (Ryc. 21), dla *F. cunicularia* i *F. lusatica* na czerwiec a dla *F. rufibarbis* na sierpień (Ryc. 22).

#### Powierzchnia 7.

W tej powierzchni stwierdzono obecność 10 gatunków mrówek (Tabela 21). Tutaj także gatunkiem dominującym był *L. niger*, osiągając zagęszczenie gniazd 0,309 na 1 m<sup>2</sup> i ponad 80 % udział w penetracji podłoża (Tabela 24). Na tej powierzchni również *L. flavus* osiągał zbliżone zagęszczenie gniazd – 0,221, lecz nie miał udziału w penetracji terenu. Z pośród

pozostałych gatunków mrówek tylko *F. cunicularia* osiągnęła ok. 6 % udział w penetracji podłoża, pozostałe gatunki z rodzaju *Formica* przekraczały 2 %, a pozostałe gatunki mrówek stanowiły znikomy odsetek odławianych robotnic. Szczyt liczebności robotnic *L. niger* penetrujących teren przypadał na czerwiec i początek lipca (Ryc. 23), początek lipca dla *F. lusatica* i *F. cunicularia* oraz początek lipca i sierpnia dla *F. rufibarbis* (Ryc. 24).

#### **4.9.1.2. Charakterystyka myrmekofaunistyczna badanych zbiorowisk**

##### ***Molinio caeruleae-Quercetum roboris***

###### **Powierzchnie 1 i 2**

Występujące tutaj gatunki mrówek są charakterystyczne dla lasów liściastych, zwłaszcza zaś zbliżone do składu podawanego ze świetlistych dąbrów (*Potentillo albae-Quercetum*) o ile doniesienia dotyczące *Lasius niger* można odnieść do *L. platythorax*, gatunku niedawno wyróżnionego. Powierzchnia 1 cechuje się większą liczbą gatunków, jednak w obydwu dominują *Myrmica rubra*, *M. ruginodis* i *L. platythorax*. Średnie zagęszczenie gniazd mrówek wynosiło tutaj 0,370/m<sup>2</sup> dla powierzchni 1 i 0,217/m<sup>2</sup> dla powierzchni 2 (Tab. 21). Zarówno pod względem liczebności gniazd jak i penetracji podłoża dominuje tutaj *M. rubra*, mając największy udział w penetracji podłoża (Tab. 22), a ponadto znaczący udział w kształtowaniu myrmekofauny mają *M. ruginodis*, *L. platythorax* i *Formica fusca*. Szczyt liczebności robotnic penetrujących teren w obydwu powierzchniach przypada na miesiące letnie, od czerwca do sierpnia (Ryc. 16 i 17).

##### ***Molinietum caeruleae***

###### **Powierzchnie 3 i 4**

Na powierzchniach łąk turzycowych, dominującą liczbę gniazd stwierdzono dla gatunku *M. rubra*, chociaż znaczącym udziałem cechują się również: *L. niger*, *M. scabrinodis*, *L. flavus* i *F. fusca*. Średnie zagęszczenie gniazd na tych powierzchniach wynosiło 0,312/m<sup>2</sup> dla powierzchni 3 i 0,275/m<sup>2</sup> dla powierzchni 4 (Tabela 21.). W penetracji terenu na obydwu powierzchniach dominuje *M. rubra* ale wartości udziału poszczególnych gatunków w liczebności robotnic penetrujących teren zmieniają się sezonowo i są odmienne dla obydwu powierzchni (Tabela 23, Ryc. 18- 20).

### ***Sileno-Phleetum***

#### Powierzchnie 6 i 7

W murawie kserotermicznej obok gatunków kosmopolitycznych (*L. niger*, *L. flavus*) i typowych dla otwartych i suchych siedlisk (*F. cunicularia*, *F. rufibarbis*, *M. rugulosa*, *T. caespitum*, *M. schencki*) stwierdzono także gatunki ciepłolubne ale rzadko notowane (*F. lusatica*, *M. graminicola*, *P. coarctata*). Średnie zagęszczenie mrowisk na powierzchniach murawy kserotermicznej wynosiło 1,051/m<sup>2</sup> na powierzchni 6 i 0,682/m<sup>2</sup> na powierzchni 7 (Tab. 21). Dominantami pod względem liczebności gniazd były *L. niger* i *L. flavus*. Udział *L. niger* w penetracji terenu przez mrówki wynosił w obydwu powierzchniach ponad 80% (Tab. 24). Poza *L. niger*, jedynymi liczącymi się w penetracji podłoża gatunkami są gatunki z rodzaju *Formica*: *F. cunicularia*., *F. rufibarbis* i *F. lusatica*. W sezonowej dynamice penetracji terenu najwyższą liczebność robotnic obserwuje się w miesiącach letnich, od czerwca do sierpnia (Ryc. 21-24).

#### **4.9.2. Częstość odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki**

W trakcie prowadzonych badań w sposób regularny odnotowywano liczbę kolonii mszyc odwiedzanych i nieodwiedzanych przez mrówki. Na tej podstawie możliwym stało się uzyskanie danych na temat częstości odwiedzania kolonii poszczególnych gatunków mszyc przez mrówki. Dane dotyczące procentowego udziału kolonii mszyc odwiedzanych przez mrówki, oparte na obserwacjach z sezonów 2006 i 2007, ze wszystkich powierzchni zestawiono w tabeli (Tab. 25).

W badaniach ilościowych dane dotyczące częstości odwiedzania mszyc przez mrówki odnotowano dla 66 gatunków (Tab. 25). Z danych jasno wynika, że spośród gatunków należących do I klasy zdecydowana większość należy do podrodziny *Aphididae*. Najszerzej reprezentowany jest w tej klasie rodzaj *Aphis* - 29 z 30 gatunków, co stanowi 63% gatunków klasy I i aż 96,67% wszystkich gatunków tego rodzaju, które pojawiły się w badaniach ilościowych. W klasie tej pojawiają się trzy gatunki należące do podrodziny *Drepanosiphidae*: *Chaitophorus salicti*, ze 100% odwiedzanych kolonii, *Thelaxes dryophila*, którego kolonie także w 100% były odwiedzane przez mrówki oraz *C. populeti*, którego 94,4% kolonii było odwiedzanych przez mrówki. W klasie I pojawia się tylko jeden gatunek z podrodziny *Pemphigidae* – *Prociphilus bumeliae*, którego 87,5% kolonii było odwiedzanych przez mrówki.

W klasie II występują trzy gatunki, w tym dwa z podrodziny *Aphididae*: *Aphis epipactis* i *Aulacorthum solani* oraz jeden gatunek z *Drepanosiphidae*: *Sipha maydis*.



W III klasie odnajdujemy dwa gatunki: należący do *Aphididae* *Capitophorus carduinus* i należący do *Drepanosiphidae* *Tuberculoides annulatus*. Podobna sytuacja występuje w IV klasie, gdzie także znajdujemy po jednym przedstawicielu obydwu podrodzin, odpowiednio: *Impatiensium asiaticum* i *Chaitophorus tremulae*.

Do V klasy należą 4 gatunki, z czego trzy należące do *Aphididae*: *Uroleucon obscurum*, *U. jaceae*, *Rhopalosiphum padi* oraz jeden z *Drepanosiphidae*: *Laingia psammae*.

W klasie VI znajdujemy 9 gatunków, z czego trzy należą do *Drepanosiphidae*: *Drepanosiphum platanooides*, *Myzocallis coryli* i *Periphyllus testudinaceus*, a pozostałe do *Aphididae*: *Corylobium avellanae*, *Hyalopterus pruni*, *Sitobion fragariae*, *Uroleucon cichorii*, *U. cirsii* i *U. nigrocampanulae*.

#### 4.9.3. Zależności gatunkowe

Na podstawie zebranych danych dokonano analizy powiązań poszczególnych gatunków mszyc i mrówek. Innymi słowy określono, czy dany gatunek mszycy preferuje wchodzenie w związki trofobiotyczne z określonymi gatunkami mrówek. Tego typu zależność najłatwiej zanalizować w przypadku zbiorowiska *Molinio caeruleae-Quercetum roboris* (Ryc. 25 i 26). Jest tak dlatego, że w zbiorowisku tym występowało kilka gatunków mrówek dla których mszycy są ważnym źródłem pokarmu. W pozostałych dwu zbiorowiskach wyraźnie dominuje jeden z obecnych tam gatunków mrówek dlatego związek ten nie jest tak wyraźnie zaznaczony. W obydwu powierzchniach gatunkiem dominującym był *M. rubra*, który wchodził w związki z niemal wszystkimi występującymi gatunkami mszyc. Z kolei *C. populeti* wchodził w związki ze wszystkimi konkurującymi gatunkami mrówek. Pozostałe gatunki mszyc nie wykazują tak dużej tolerancji, chociaż *A. idaei* i *A. frangulae* także wchodziły w interakcje z trzema gatunkami mrówek. Z kolei *T. dryophila*, *Aphis viburni* i *A. epipactis* były odwiedzane tylko przez przedstawicieli rodzaju *Myrmica*, w ich koloniach nie odnotowano ani *L. platythorax* ani *F. fusca*. Z kolei takie gatunki jak: *P. bumeliae*, *A. sambuci*, *T. annulatus* i *C. salicti* były odwiedzane tylko przez *M. rubra*. Na obu powierzchniach wyraźnie widać, że gatunkiem dominującym w kontaktach z mszycami jest *M. rubra*, który jest także dominującym elementem myrmekofauny tego zbiorowiska.

W przypadku łąki turzycowej *Molinietum caeruleae* w grę wchodzi duża dysproporcja w liczbie kolonii mszyc odwiedzanych przez poszczególne gatunki mrówek. Tu bowiem dominantem jest *A. fabae*, pozostałe gatunki liczą po kilka, kilkanaście kolonii więc w ujęciu statystycznym przedstawione dane mogą okazać się niewystarczające. Tym niemniej uzyskane dane, zgodnie ze stanem rzeczywistym (choć nierównej liczby kolonii poszczególnych

gatunków) przedstawione zostały na rycinach 27 i 28. W koloniach *A. fabae*, na obydwu powierzchniach, dominuje *M. rubra*. Także na *A. ulmariae*, *A. podagrariae* i *C. populeti* dominuje *M. rubra*. Natomiast na *A. acetosae* w obydwu powierzchniach przeważają robotnice *L. niger*.

Z kolei na murawie kserotermicznej widzimy całkowitą dominację *L. niger* jako praktycznie jedyne gatunku odwiedzającego kolonie mszyc (Ryc. 29 i 30). Trzeba jednak zauważyć, że głównym gatunkiem penetrującym teren jest w tym zbiorowisku także *L. niger* (Tab. 24), który stanowi ponad 80% wszystkich robotnic wyławianych w pułapkach Barbera.

#### **4.9.4. Ocena afidofilności mrówek**

Podjęto próbę opisanie zależności między badanymi grupami owadów przez analizę parametrów ekologicznych populacji mrówek, to znaczy procentowego udziału poszczególnych gatunków mrówek w całkowitej liczbie mrowisk, penetracji podłoża i zajmowania kolonii mszyc w każdym z siedlisk.

Z analizy tych zależności w dąbrowie (powierzchnie 1 i 2) (Ryc. 31 i 32) wyraźnie wynika, że proporcje gatunków mrówek odwiedzających mszyce różnią się zarówno od proporcji liczby ich gniazd jak i stopnia penetracji terenu - pomiędzy poszczególnymi gatunkami mrówek istnieją wyraźne choć niewielkie różnice. Robotnice *M. rubra* stanowią największy odsetek pośród mrówek odwiedzających kolonie mszyc na obydwu powierzchniach dąbrowy jak i w przypadku penetracji terenu czy liczebności gniazd. Udział procentowy tego gatunku w odwiedzaniu kolonii mszyc także jest większy niż w liczebności gniazd czy penetracji terenu przez ten gatunek. Z kolei *L. platythorax* cechuje się zbliżonym odsetkiem robotnic odwiedzających mszyce w stosunku do liczby robotnic tego gatunku penetrujących teren, bądź liczebności gniazd tej mrówki. Wreszcie *M. ruginodis* i *F. fusca* cechują się znacznie niższym odsetkiem robotnic odwiedzających mszyce w stosunku do odsetka robotnic tych gatunków penetrujących teren czy liczebności ich gniazd.

Na obszarze łąki wilgotnej (powierzchnie 3 i 4) podobne różnice są jeszcze wyraźniejsze (Ryc. 33 i 34). *M. rubra* charakteryzuje się wyższą liczbą robotnic odwiedzających mszyce w stosunku do liczby robotnic penetrujących te powierzchnie. *L. niger* z kolei charakteryzuje się podobnym udziałem robotnic w odwiedzaniu kolonii mszyc, w penetracji terenu i liczebności gniazd. Z kolei *M. scabrinodis*, *M. ruginodis* i *F. fusca* cechują się znacznie mniejszym udziałem robotnic w odwiedzaniu kolonii mszyc niż w penetracji podłoża czy liczebności gniazd.

Na murawie kserotermicznej (powierzchnie 6 i 7) (Ryc. 35 i 36) widać podobną zależność, jeśli nie uwzględnimy *L. flavus*, który jest gatunkiem żyjącym wyłącznie pod ziemią. Gatunkiem dominującym jest tutaj *L. niger* i jego robotnice stanowią zdecydowanie największy odsetek robotnic odwiedzających mszyce, większy niż udział tego gatunku w penetracji podłoża i liczebności gniazd. Z kolei wszystkie pozostałe gatunki mrówek w tym zbiorowisku odwiedzają mrówki tylko sporadycznie, odsetek ich robotnic odwiedzających mszyce jest znikomy i nieporównanie mniejszy niż ich udział w penetracji terenu i liczebności gniazd.

#### **4.9.5. Dynamika zmian liczebności mrówek odwiedzających kolonie mszyc**

Śledząc zmiany liczebności kolonii mszyc odwiedzanych przez mrówki można zauważyć, że są one skorelowane z roczną dynamiką liczebności kolonii mszyc. Na wszystkich badanych powierzchniach najwięcej kolonii mszyc odwiedzanych było w okresie ich największej liczebności (Ryc. 46, 48, 50, 52, 54 i 56), gdy tymczasem szczyt liczebności robotnic w penetracji podłoża rozciągał się na miesiące letnie (czerwiec-sierpień) (Ryc. 47, 49, 51, 53, 55 i 57). Zmieniał się jednak udział liczebnościowy robotnic poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii określonych gatunków mszyc.

I tak, na powierzchni 1, kolonie mszyc najczęściej odwiedzane były przez *M. rubra*. Udział kolonii mszyc odwiedzanych przez ten gatunek podlegał w ciągu roku niewielkim fluktuacjom, natomiast udział kolonii odwiedzanych przez *M. ruginodis* wyraźnie spadł pod koniec sezonu, a odwiedzanych przez *L. platythorax* wzrósł (Ryc. 46). Tymczasem udział robotnic *M. rubra* w drugiej połowie sezonu był najwyższy, a *L. platythorax* stopniowo malał. (Ryc. 47). Na powierzchni 2 także obserwowano najwyższą liczebność kolonii mszyc odwiedzanych przez mrówki w pierwszej połowie sezonu (Ryc. 48). Również na tej murawie najwyższą intensywność penetracji podłoża mrówki wykazywały w miesiącach letnich (czerwiec – sierpień) (Ryc. 49). W ciągu sezonu stopniowo malał udział kolonii odwiedzanych przez *M. rubra* i *M. ruginodis*, a rósł udział kolonii odwiedzanych przez *L. platythorax*. Natomiast w stopniu penetracji podłoża stopniowo wzrastał udział *M. rubra* i *M. ruginodis* a malał udział *L. platythorax* (Ryc. 49).

Na powierzchni 3 największą liczebność kolonie mszyc odwiedzane przez mrówki osiągnęły w drugiej dekadzie czerwca (Ryc. 50). Wtedy też wyraźnie dominowały kolonie odwiedzane przez *M. rubra*. Stopniowo jednak, po szczycie liczebności, udział kolonii odwiedzanych przez *M. rubra* zmniejszał się na korzyść kolonii odwiedzanych przez *L. niger*. *F. fusca* miała udział w odwiedzaniu kolonii mszyc tylko podczas szczytu ich liczebności.

Wyraźnie też zaznaczał się duży udział *M. scabrinodis* i *F. fusca* w penetracji podłoża, podczas gdy na koloniach mszyc mrówek tego gatunku nie odnotowywano (Ryc. 50).

Na powierzchni 4 zaobserwowano podobną dynamikę liczebności kolonii mszyc odwiedzanych przez mrówki, która szczyt osiągnęła w czerwcu (Ryc. 52). Także tu największymi wahaniami liczebności odznaczały się kolonie mszyc odwiedzane przez *M. rubra* podczas gdy kolonie odwiedzane przez pozostałe gatunki mrówek wyróżniały się niewielkimi zmianami liczebności. Tylko *M. rubra* i *L. niger* odwiedzały kolonie mszyc przez cały sezon. Szczyt liczebności robotnic penetrujących podłoże przypadał tu na czerwiec i lipiec (Ryc. 53). Charakterystyczny był znacznie większy udział *M. scabrinodis* i *M. ruginodis* w penetracji terenu niż w odwiedzaniu kolonii mszyc.

Na murawach kserotermicznych *L. niger* dominował w odwiedzaniu kolonii mszyc w sposób całkowity przez cały sezon badawczy. Inne gatunki pojawiały się na mszycach sporadycznie, tylko w szczytowym okresie liczebności kolonii mszyc, podczas gdy w penetracji podłoża miały wyraźny udział przez cały sezon (Ryc. 55 i 57). Najwięcej kolonii mszyc było odwiedzanych w okresie największej ich liczebności, czyli w czerwcu i na początku lipca (Ryc. 54 i 56). Największy odsetek kolonii nie odwiedzanych przez mrówki zaobserwowano w okresie największej liczebności kolonii mszyc, podczas gdy na początku sezonu i pod koniec odsetek kolonii nieodwiedzanych był wyraźnie niższy.

#### **4.9.6. Dynamika zmian średniej liczby robotnic mrówek przypadających na jedną kolonię mszyc**

Na podstawie zebranych danych, w przypadku niektórych gatunków mszyc prześledzono sezonowe zmiany w liczbie robotnic mrówek przypadających na pojedynczą kolonię. Uzyskane dane mogły zostać przeanalizowane pod kątem dynamiki zmian tylko w przypadkach tych gatunków mszyc, których kolonie były regularnie odwiedzane przez dłuższy okres czasu przez ten sam gatunek mrówek. Najwięcej danych uzyskano na powierzchniach 1 i 2, gdzie powyższe warunki spełniały trzy gatunki mrówek (Ryc. 37–41). Na powierzchni 1, u *C. populeti* średnia liczba robotnic przypadających na jedną kolonię podlega fluktuacjom w ciągu całego sezonu, wyraźnie zwiększając się tylko dla *L. platythorax* w drugiej połowie sezonu (Ryc. 37). U *A. frangulae* na jedną kolonię przypada na początku lipca najwięcej robotnic *L. platythorax* i *M. ruginodis* a na początku czerwca najwięcej robotnic *M. rubra* (Ryc. 38). U *A. idaei* największa liczba robotnic na kolonię mszyc przypada na drugą połowę maja, następnie maleje w czerwcu, a na początku lipca znów rośnie dla *M. ruginodis* i *M. rubra*, by następnie spadać (Ryc. 39).

Na powierzchni 2, u *C. populeti* średnia liczba robotnic na kolonię od początku sezonu podlegała niewielkim fluktuacjom dla każdego gatunku mrówek, a pod koniec sezonu gwałtownie wzrosła dla *M. rubra* i *M. ruginodis* (Ryc. 40). Dla *A. frangulae* obserwujemy spadek liczby robotnic na kolonię w ciągu czerwca, a następnie wyraźny wzrost w drugiej połowie sezonu dla *L. platythorax*, niewielki wzrost dla *M. ruginodis* i spadek dla *M. rubra* (Ryc. 41).

Na łące wilgotnej obserwowano spadek liczby robotnic *M. rubra* odwiedzających jedną kolonię *A. fabae* na obydwu powierzchniach dokładnie podczas najwyższej liczebności tych mszyc, w czerwcu (Ryc. 42 i 43). W przypadku układu *L.niger-S.maydis* dostrzec można większe wahania liczby robotnic w ciągu całego sezonu. Na powierzchni 3 najniższe wartości liczby robotnic przypadały na drugą dekadę czerwca i lipca a z kolei na powierzchni 4 na trzecią dekadę maja, drugą dekadę lipca i ostatnią dekadę sierpnia.

Na powierzchniach murawy kserotermicznej (Ryc. 44 i 45) obserwujemy początkowo stopniowy spadek liczby robotnic w koloniach wszystkich dominujących gatunków mszyc. Najmniej robotnic *L. niger* przypada na jedną kolonię w ciągu czerwca i pierwszej połowie lipca. W drugiej połowie sezonu liczba robotnic przypadających na jedną kolonię mszyc znów rośnie, przewyższając nawet wartości z początku sezonu (dla *A. craccivora* na powierzchni 6, *A. hieracii* na powierzchni 6 i 7 i dla *A. centaureae* na powierzchni 7). Podobnie jak na powierzchni 4, liczba robotnic *L. niger* w koloniach *S. maydis* obydwu powierzchni muraw kserotermicznych utrzymuje się przez cały sezon mniej więcej na stałym poziomie, z nieznacznymi wahaniami. Dla *A. confusa* najmniej robotnic *L. niger* na jedną kolonię na powierzchni 7 przypada na lipiec.

## 5. Dyskusja

### 5.1. Struktura zgrupowań mszyc

Badania zoocenologiczne zgrupowań pluskwiaków związanych ze zbiorowiskami roślinnymi obszaru Wyżyny Śląskiej stanowią istotną część badań mających znaczenie dla diagnozowania stanu środowiska naturalnego tego obszaru (Gębicki i inni 1977). Dotychczasowe badania były prowadzone głównie na mszycach, w aspekcie ich roli, jako czułego bioindykatora synantropizacji środowiska (Szelegiewicz 1974a, b). W tym kontekście znaczenie mszyc w tego typu badaniach na obszarze Górnego Śląska jest nie do przecenienia. Mszyce jako wybitne fitofagi są silnie przywiązane zarówno do roślin żywicielskich jak i do określonych zbiorowisk roślinnych (Szelegiewicz 1964), w których tworzą charakterystyczne kręgi zgrupowań. Stanowią zatem doskonały cel badawczy w zakresie monitorowania kondycji środowiska przyrodniczego.

Dotychczas prowadzone badania kręgów zgrupowań na obszarze Górnego Śląska były fragmentaryczne i w zasadzie nie obejmowały zbiorowisk leżących w obrębie centralnej części Wyżyny Śląskiej (Hałaj i Węgierek 1998). Silny stopień degradacji środowiska przyrodniczego uniemożliwiał prowadzenie typowych badań zoocenologicznych dotyczących struktury zgrupowań mszyc, ograniczając je do inwentaryzacji występujących tu gatunków mszyc (Olesiński i Szelegiewicz 1974, Karwańska 1987, 1991a, b, Osiadacz i Wieczorek 2003) lub skupiając je na zagadnieniach biomonitoringu, głównie w północnej części Wyżyny Śląskiej (Klimaszewski i inni 1980ab, Czyłok i inni 1991, Wojciechowski i inni 1991).

Przeprowadzone badania mogą wzbogacić badania zoocenologiczne przez opracowanie struktury zgrupowań mszyc tej części Wyżyny Śląskiej, a także stanowić próbę określenia stopnia synantropizacji środowiska przyrodniczego.

Uzyskane wyniki wskazują na dość duże bogactwo faunistyczne i zróżnicowanie struktury zgrupowań mszyc badanego obszaru. Stwierdzono 125 gatunków (Tab. 2), czyli około 17,8 % znanej fauny mszyc Polski (Razowski 1990) (w badaniach obejmujących tylko 8 powierzchni badawczych i 3 zasadnicze typy zbiorowisk roślinnych), co wskazuje na stosunkowo duże bogactwo afidofauny tego rejonu. Tym bardziej, że wedle oceny tego obszaru dokonanej na podstawie analizy struktury konsorcjów mszyc brzozy (Klimaszewski i inni 1995), jest to teren wysoce zdegradowany. Co prawda niektóre badania prowadzone na obszarze Wyżyny Śląskiej podają wyższą liczbę gatunków (Karwańska 1987, 1991a) jednak były to prace prowadzone na znacznie szerszym obszarze i w wielu różnorodnych siedliskach.

W kwaśnych dąbrowach, na obu powierzchniach obserwowano te same gatunki dominujące: *Chaitophorus populeti*, *C. tremulae*, *Aphis idaei* i *A. frangulae*. Jest to siedlisko o zmiennej wilgotności, w obniżeniach terenu, okresowo podmokłe, w związku z czym runo i warstwa krzewów bogate są w siewki *Populus tremula*, stąd nie dziwi wysoka liczebność tych gatunków. Tym bardziej, że *C. populeti* i *C. tremulae* są pierwotnie związane z lasami łęgowymi i mieszanymi (Szelegiewicz 1974 b).

Z kolei *Frangula alnus* jest gatunkiem charakterystycznym dla dąbrów kwaśnych, wobec czego *A. frangulae*, niewystępujący w innych badanych siedliskach, a cechujący się wysokim wskaźnikiem wierności, jak i żerujący na powszechnej w badanych dąbrowach malinie *A. idaei*, (także o wysokiej wierności (Tab. 26), choć notowany jest także w uprawach tej rośliny (Janiszewska 1963)), zostały uznane za gatunki wyróżniające. Gatunki te były już notowane z regionów przyległych do Wyżyny Śląskiej (Karwańska 1991 b).

Generalnie w badanych dąbrowach znaleziono dużą liczbę gatunków w porównaniu z innymi formacjami leśnymi (np.: Hałaj i Wojciechowski 1998) lub porównywalną liczbę gatunków (Płachta i inni 1996). Może to świadczyć o umiarkowanej antropopresji wywieranej na to zbiorowisko, co nieco dziwi, bo w bliskiej odległości jest ulica o względnie dużym natężeniu ruchu oraz średniej wielkości miasto. Z drugiej strony dąbrowa ta tworzy zwarty i dość rozległy płat leśny (Ryc. 2).

W sezonowej dynamice liczebności gatunków dominujących nie obserwowano odchyleń od dotychczas znanych własności przebiegu sezonowych zmian liczebności gatunków mszyc. Większość gatunków swoje maksima liczebności osiąga w tym samym czasie, gdy szczyt rozwoju osiągają ich rośliny żywicielskie (Auclair 1963). Na uwagę zasługuje *Impatiens asiaticum*, gatunek nie notowany w Polsce wcześniej niż w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku (Szelegiewicz 1978b), który szczyt liczebności osiągnął w drugiej połowie sezonu, lecz jest to w zgodzie z okresem rozwoju i kwitnienia jego rośliny żywicielskiej – *Impatiens parviflora*. Roślina ta pojawia się licznie tylko na powierzchni 2, z dużym pokryciem, w związku z tym *I. asiaticum* osiąga na tej powierzchni status dominanta. Ponieważ nie wykazano tego gatunku w drugim płacie badanej dąbrowy, dlatego mimo jego wysokiej liczebności nie uznano go ani za gatunek charakterystyczny, ani za wyróżniający.

*A. idaei* został wykazany jako gatunek charakterystyczny dla mieszanych borów *Quercus roboris-Pinetum* (Durak 2003) z Płaskowyżu Kolbuszowskiego. Autorka wykazała też udział *A. frangulae* w lasach mieszanych z dębem szypułkowym. Gatunki te zostały również stwierdzone w zbiorowiskach boru nadmorskiego (*Empetro nigri-Pinetum*) na Mierzei Wiślanej (Szelegiewicz 1974c), choć skupiały się w nich raczej na miejscach otwartych (polany, poręby).

Co ciekawe *A. frangulae* nie stwierdzono w łągu *Alnion glutinosae* w rezerwacie Śur koło Bratysławy, pomimo obfitego występowania tam jego rośliny żywicielskiej (Czylok i inni 1991b).

Z kolei Hałaj i Wojciechowski (1998) wskazują na *Thelaxes dryophila*, *Tuberculoides annulatus* i *Aphis ruborum* jako gatunki charakterystyczne dla borów mieszanych *Quercus roboris*-*Pinetum* ze związku *Dicrano-Pinion*, z obszaru Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wszystkie trzy gatunki znaleziono również w badanych dąbrowach, jednak występowały w nich z niską frekwencją i liczebnością. *T. dryophila* i *T. annulatus* są monofagami na dębach, dlatego zaskakujące jest, że w zbiorowisku z dominującym dębem występowały rzadziej niż w borach mieszanych (Hałaj i Wojciechowski 1998). Także *A. ruborum*, charakterystyczny dla boru mieszanego, pojawiał się w dąbrowach sporadycznie. Matuszkiewicz (2002) dyskutuje podobieństwo borów mieszanych do dąbrów z klasy *Quercus-Fagetea*, uznając fakt, że są to wikaryzujące klasy zbiorowisk, zajmujące podobne siedliska. W związku z tym istnieje pewna grupa gatunków roślin wspólnych dla obu klas, np.: *Frangula alnus*. Zresztą cała systematyka borów mieszanych i acydofilnych dąbrów jest przedmiotem dyskusji geobotaników (Matuszkiewicz 2002). Wobec tego gatunki z rodzaju *Aphis* oraz *T. dryophila* i *T. annulatus* mogą okazać się diagnostycznie istotne dla całego kręgu zgrupowań mszyc związanych z siedliskami tych dwu wikaryzujących grup zbiorowisk roślinnych. Powyższe dane utwierdzają przypuszczenia, co do częściowego pokrywania się gatunków tworzących zgrupowania mszyc w zbiorowiskach borów mieszanych i dąbrów.

Także struktura dominacji tego zgrupowania wskazuje, że jest to zbiorowisko o dość bogatej strukturze fauny ponieważ pomimo antropopresji, wykazuje sporą oporność na destrukcyjny wpływ działalności człowieka. Ogon rozkładu liczebności gatunków mszyc jest tutaj dość dobrze rozbudowany, a wskaźniki mozaikowatości osiągają wysokie wartości (Tab. 27). Zwłaszcza powierzchnia 2 cechuje się stanem bardzo zbliżonym do naturalnego (brak superdominanta, wysoka mozaikowatość, wyższe wartości wskaźników różnorodności gatunkowej). Być może znaczenie ma tutaj usytuowanie powierzchni 2, która ze wszystkich stron otoczona jest zwartym kompleksem leśnym, podczas gdy powierzchnia 1 od wschodu graniczy z wilgotną łąką a od południa z osiedlem mieszkaniowym (Ryc. 2, Tab. 27).

Dane dotyczące łąk turzycowych wskazują, że są to zbiorowiska o różnym stopniu różnorodności gatunkowej (Tab. 27). Zwłaszcza wyróżnia się tu powierzchnia 3, z superdominantem w postaci kosmopolitycznego *A. fabae* i stosunkowo krótkim ogonem rozkładu liczebności gatunków (Tab. 9, 27). Spośród wszystkich badanych łąk wilgotnych,



struktura dominacji tego siedliska najbardziej zbliża się do struktury typowej dla zgrupowań siedlisk podlegających silnej antropopresji lub zanieczyszczeniom (Trojan i inni 1982). Z kolei zgrupowanie na powierzchni 4 charakteryzuje się nieco mniejszą dysproporcją między liczebnością superdominanta a gatunków należących do ogona rozkładu (Tab. 11). Analiza różnorodności tych dwu powierzchni wyraźnie potwierdza tę różnicę ponieważ wszystkie wskaźniki różnorodności są wyraźnie wyższe dla powierzchni 4, co świadczy o pewnej stabilizacji procesów sukcesji oraz względnie słabej antropopresji wywieranej na zgrupowanie tej powierzchni. Wskaźniki mozaikowatości także, w sposób skrajny, potwierdzają tę tezę (Tab. 28).

Wyjaśnieniem tej sytuacji może być fakt, że powierzchnia 3 ma charakter zbliżony do otuliny, z jednej strony graniczy z dużym obszarem leśnym a z drugiej z osiedlem mieszkaniowym o porównywalnej do lasu powierzchni. Natomiast powierzchnia 4 od północy graniczy z kompleksem leśnym natomiast od zachodu, południa i wschodu z dużymi powierzchniami łąk kośnych, pól uprawnych i nieużytków, a cały obszar na południe jest słabo zabudowany. Możemy mówić w tym przypadku o ograniczonej antropopresji, hamowanej przez przylegające do powierzchni 4 obszary otwarte, niejednokrotnie pokryte fitocenozy o charakterze zbliżonym do badanej powierzchni.

Nie mniej jednak analiza PCA (Ryc. 60) jasno ukazuje, że afidofauny obu powierzchni należą do tego samego zgrupowania, dla którego *A. fabae* i *Brachycaudus cardui* są gatunkami charakterystycznymi, zaś *A. podagrariae* gatunkiem wyróżniającym (Tab. 4) (choć znajduje się go także w dąbrowach jedynie w badaniach jakościowych i na obrzeżach zbiorowisk). *B. cardui* został wykazany także ze zbiorowisk z rzędu *Molinietalia* w Sudetach Środkowych (Wojciechowski i Woźnica 1989), także w zbiorowisku bardzo ubogim w gatunki.

Z kolei znaleziony tylko tutaj *H. pruni* jest jedynym gatunkiem wspólnym dla zgrupowań związanych z łąkami wilgotnymi badanego obszaru i zgrupowań mszyc z sudeckich torfowisk (Hałaj 1991) oraz zespołów szuwarowych i turzycowych z klasy *Phragmitetea* z okolic Dolistowa nad Biebrzą (Czyłok i inni 1982).

Wreszcie łąka, na której założono powierzchnię 5, mimo że najuboższa w gatunki, wykazuje strukturę zgrupowania najbardziej zbliżoną do środowisk seminaturalnych. Brak tu superdominanta, a grupa dominantów ma porównywalny udział w liczebności (Tab. 13). Analiza PCA wskazuje (Ryc. 60), że łąka ta wykazuje zarówno podobieństwa do łąk wilgotnych *Molinietum caeruleae* jak i do kwaśnych dąbrów. Jest tak prawdopodobnie dlatego, że zajmuje ona stosunkowo wąski pas gruntu pomiędzy dwiema powierzchniami leśnymi dąbrów, co z pewnością wpływa na skład gatunkowy afidofauny (ekotonowy) tego

zbiorowiska, poprzez wnikanie tu gatunków leśnych, co tłumaczy obecność *C. populeti* i *C. tremulae*. Niewielka powierzchnia zbiorowiska tłumaczy także niewielką liczbę odnotowanych gatunków. Z kolei powierzchnia ta jest w większym stopniu odseparowana od terenów zurbanizowanych a przez to o niższej antropopresji, co skutkuje względną stabilnością struktury tego zgrupowania i uwidacznia się w wysokich wskaźnikach różnorodności i mozaikowości (Tab. 27, 28).

Murawy kserotermiczne okazały się zbiorowiskami, w których wykształciły się najbogatsze faunistycznie zgrupowania mszyc. Wyróżniono tu dużą grupę gatunków charakterystycznych i wyróżniających (Tab. 4). Na powierzchni 6 i 7 stwierdzono obecność zarówno *Aphis pilosellae* (Tab. 2), gatunku wyróżniającego dla muraw psammofilnych *Spergulo vernalis* – *Corynephorretum* (Hałaj i Wojciechowski 1996), jak i *Protaphis carlinae*, charakterystycznego dla muraw *Festucetum pallentis* (Hałaj i Wojciechowski 1996). Z kolei na powierzchni 8 stwierdzono obecność *Anuraphis catoni* (Tab. 2), który jest wyróżniający dla muraw *Cirsio-Brachypodion* (Hałaj i Wojciechowski 1996). Murawa *Sileno-Phleetum* posiada właściwe sobie gatunki wyróżniające i charakterystyczne, spotykane także w innych murawach kserotermicznych, jednak z mniejszą frekwencją (Szelegiewicz 1964, 1981, Hałaj i Wojciechowski 1996).

Gatunkiem dominującym w murawach *Sileno-Phleetum* był *S. maydis*, który występował w murawach psammofilnych Pustyni Błędowskiej na obszarze Płaskowyżu Twardowickiego (Wojciechowski i inni 1989). Okazał się także gatunkiem dominującym w murawach *Festuco-Thymetum serpylli*, ze związku *Armerion elongatae* na wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (Hałaj i Wojciechowski 1996). Murawy ze związku *Armerion elongatae* są ogniwem pośrednim między murawami *Spergulo-Corynephorretum* a murawami ze związków *Cirsio-Brachypodion* lub *Phleion boehmeri*, do którego należy zespół *Sileno-Phleetum* (Babczyńska-Sendek 2005). Zespół *Sileno-Phleetum* także należy do zbiorowisk wykształcających się na piaskach nawapiennych, co zbliża go pod względem siedliskowym do muraw psammofilnych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Wobec tego obecność *S. maydis* jako dominanta w badanych murawach Garbu Tarnogórskiego może być elementem łączącym zgrupowania mszyc należące do kręgu zgrupowań związanego z murawami psammofilnymi Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Znalaziono go również na wydmach śródlądowych, stanowiących piaszczyste wychodnie wśród torfowisk niskich, pokrytych roślinnością z rzędu *Corynephorretalia canescentis* w okolicach Dolistowa nad Biebrzą (Czyłok i inni 1982). Z drugiej strony jest to polifag będący dominantem również w zbiorowiskach łąk wilgotnych (*Molinietum caeruleae*),

o szerokim spektrum występowania, wobec czego o jego wartości diagnostycznej trudno przesądzać. *S. maydis* związany jest z trawami więc w zgrupowaniach muraw kserotermicznych będzie się pojawiał głównie na murawach trawiastych natomiast w murawach kwiatnych jego liczebność będzie ograniczona.

Przeprowadzone badania wykazały obecność 10 gatunków budujących także zgrupowania mszyc na murawach ze związku *Cirsio-Brachypodion* na obszarze Niecki Nidziańskiej (Czyłok i Wojciechowski 1987). Jednak gatunki, które w murawach Niecki Nidziańskiej okazały się dominujące, w badanych murawach *Sileno-Phleetum* były zaledwie gatunkami o statusie gatunków akcesorycznych, w klasie recedenta lub subrecedenta. Z kolei *Hyperomyzus picridis*, który dla muraw *Cirsio-Brachypodion* okazał się gatunkiem akcesorycznym, w murawach *Sileno-Phleetum* był gatunkiem dominującym. Wyjątkiem jest powierzchnia 8, na której co prawda struktura zgrupowania i skład gatunkowy był wyraźnie różny (Tab. 3), lecz i tu można zauważyć pewne cechy wspólne dla *Cirsio-Brachypodion* (*U. cichorii* – subdominant). Z kolei *H. picridis*, dominujący w murawach *Sileno-Phleetum*, nie został tu odłowiony.

Analiza podobieństw zgrupowań związanych z murawami – dendrogramy i PCA – wykazuje silne ich podobieństwo na badanych powierzchniach (Ryc. 58 -60), wskazując, że zgrupowania te należą do jednego kręgu zgrupowań. Z analizy PCA wynika, że powierzchnie 7 i 8 są sobie bliższe w stosunku do powierzchni 6. Z drugiej strony powierzchnia 6 była większym płatem murawy *Sileno-Phleetum* niż powierzchnia 7 (stąd większa liczba gatunków na powierzchni 6). Powierzchnia 7 otoczona była płatami muraw *Adonido-Brachypodietum pinnati*. Wreszcie tylko z powierzchni 8 wykazano *Anuraphis catoni*, gatunek wyróżniający dla muraw ze związku *Cirsio-Brachypodion*. Jest to dowód na przydatność zastosowanych metod matematycznych do wykazywania związków pomiędzy zgrupowaniami. Powierzchnia 7 pozostaje w wyraźnym związku z otaczającymi płatami murawy *Adonido-Brachypodietum pinnati*, z kolei obecność *A. catoni* świadczy o bliskości murawy na powierzchni 8 do zbiorowisk z klasy *Cirsio-Brachypodion*. Obydwa fakty znalazły swoje odbicie w bliskości tych trzech powierzchni w analizie PCA. Wciąż jednak analiza podobieństw w oparciu o klasyczny współczynnik Marczewskiego-Steinhaus'a daje bardzo wysokie, 63,15% podobieństwo powierzchni 6 i 7, należących do tego samego zbiorowiska (Tab. 3).

Wśród znalezionych gatunków brak mszyc typowo kserotermofilnych, o charakterze stenobiontów, występują tu raczej gatunki kserofilne i mezohigrofilne o charakterze eurybiontów (Szelegiewicz 1981). Prawdopodobnie jest to skutkiem silnej fragmentacji siedlisk kserotermicznych, ich umiarkowanie kserotermicznego charakteru (Babczyńska-Sendek 2005) i antropopresji. Mimo że są to zbiorowiska bogate faunistycznie, o dość ustabilizowanej

strukturze zgrupowań (wysokie wartości wskaźników różnorodności i mozaikowatości), w skali całego obszaru Garbu Tarnogórskiego są silnie pofragmentowane, niewielkie, w bezpośredniej bliskości zabudowań, a przez to podlegające co najmniej umiarkowanej antropopresji, co wyraża się dużym udziałem gatunków eurytopowych, o wyraźnie wyższej tolerancji siedliskowej.

Wcześniejsze badania (Klimaszewski i inni 1989, Wojciechowski i inni 1991) wykazały, że zanieczyszczenie środowiska skutkuje spadkiem liczebności gatunków budujących konsorcja mszyc na drzewach, zwłaszcza na brzozech, z którymi w Polsce związanych jest troficznie aż 15 gatunków (Węgierek i Węgierek 2003). Z kolei badania zwałowisk odpadów węglowych (Czyłok i inni 1991a) wykazały obecność aż 16 gatunków wykazanych w badanych murawach kserotermicznych, co świadczy o ich szerokiej amplitudzie ekologicznej, ponieważ łądy są siedliskami silnie odkształconymi.

Gрупę gatunków dominujących stanowią najczęściej gatunki o szerokiej specjalizacji związanej raczej z typem siedliska niż z określonym ekosystemem. Są to eurybionty, eurytopy lub polifagi (Trojan 2000). Z badań nad mszycami wynika, że czasem gatunkami dominującymi mogą być również ściśle monofagi. Dzieje się tak np.: w dąbrowie gdzie oprócz *A. frangulae* wszystkie odnotowane gatunki dominujące były monofagami (Tab. 6 i 8), podobnie na murawach kserotermicznych (Tab. 16 i 18) i w zgrupowaniu na powierzchni 5 (Tab. 14). Tymczasem na powierzchniach 3 i 4, należących do zespołu *Molinietum caeruleae*, dominantami były głównie polifagi (Tab. 10 i 12). Wiadomo że wraz z zaawansowaniem synantropizacji zbiorowisk (zmniejszenia ich wewnętrznego zróżnicowania i mozaikowatości) rośnie w zgrupowaniach udział gatunków polifagicznych (Trojan 1998). Analiza zależności wartości wskaźnika różnorodności Brillouina od udziału monofagów w zgrupowaniu (Ryc. 63), potwierdza to zjawisko na badanym obszarze - im więcej gatunków monofagicznych w zgrupowaniu tym wyższy wskaźnik różnorodności zbiorowiska.

Uzyskane dane wskazują, że we wszystkich trzech zbiorowiskach większość gatunków mszyc osiąga maksymalną liczebność w okresie późnowiosennym i wczesnoletnim. Oczywiście jest, że ma to związek z kondycją i cyklem życiowym ich roślin żywicielskich (Auclair 1963). W takim wypadku nie może dziwić fakt, że stwierdzone gatunki osiągały szczyt liczebności w maju - czerwcu, kiedy roślinność w naszej strefie klimatycznej osiąga szczytowy okres wegetacji. Potwierdza to także fakt, że takie gatunki jak *A. confusa* czy *I. asiaticum* osiągają szczyt swojej liczebności późnym latem czyli wtedy, kiedy ich rośliny żywicielskie (*S. ochroleuca*, *I. parviflora*) wchodzi w okres kwitnienia i owocowania (Rostafiński & Siedl

1972). Gwałtowny spadek liczebności niektórych gatunków mszyc, zwłaszcza na murawie kserotermicznej (*H. picridis*, *A. jacobaeae*) i łące wilgotnej (*A. fabae*) (Ryc. 6, 8, 12-15) można wytłumaczyć obniżeniem kondycji roślin żywicielskich wywołanym wysoką temperaturą i niską wilgotnością, rejestrowanymi w lipcu roku 2006 i 2007. Jednocześnie w środowisku leśnym obserwujemy dość długi okres wysokiej liczebności takich gatunków jak *C. tremulae* czy *A. frangulae* (Ryc. 4, 5). Wydaje się, że należy to wiązać z kondycją roślin żywicielskich, którymi w tym przypadku są krzewy i drzewa, a także zwiększonym zacienieniem. Rośliny te posiadają znacznie bardziej rozbudowany system korzeniowy, sięgający głębiej, a przez to umożliwiające im sprawną wegetację nawet przy upalnej pogodzie i niedostatku wody. Z drugiej strony, mając na względzie niekorzystny wpływ mszyc na kondycję roślin (Smith & Schowalter 2001), można przypuszczać, że odpowiednio duża liczba osobników mszyc w stosunku do wielkości rośliny może także przyczyniać się do jej osłabienia (choć najnowsze badania wskazują, że rośliny mogą wytworzyć dziedziczną oporność na żerujące na nich mszyce – Klingler i inni 1998). Duża kolonia *A. fabae* prawdopodobnie spowoduje więcej szkód swojej roślinie żywicielskiej (*Cirsium sp.*) niż tak samo liczebna kolonia *A. frangulae* żerująca na wielokrotnie większej roślinie jaką jest kilkumetrowej wysokości krzew *F. alnus*. Wiadomo jednak (Dixon 1977), że im większa wewnątrzgatunkowa konkurencja wśród mszyc tym większa produkcja uskrzydłonych morf. W związku z tym pogorszenie się warunków bytowania wywołane albo warunkami pogodowymi albo przegęszczeniem populacji po gwałtownym wzroście liczby kolonii i zajętych roślin w maju - czerwcu mogło wywołać falę migracji mszyc na inne rośliny. Choć niektóre badania (Müller i inni 2001) wskazują także na inne przyczyny namnażania się uskrzydłonych morf, takie jak: infekcje wirusowe roślin, patogeny grzybowe czy drapieżniki.

Inną przyczyną zmian liczebności mszyc może być dwudomność i związana z tym zmiana żywiciela. Takie gatunki jak: *H. picridis*, *A. fabae*, *A. frangulae* są różnodomne i w trakcie swego cyklu życiowego zmieniają roślinę żywicielską (Szelegiewicz 1968). *A. fabae* ze swoich letnich, wtórnych żywicieli przelatuje jesienią na żywiciela pierwotnego, którym jest albo trzmielina (*Euonymus sp.*) albo kalina (*Viburnum sp.*), na których lęgnie się pokolenie płciowe, którego rozwój indukowany jest temperaturą i fotoperiodem (Vaz Nunes i Hardie 2000). *H. picridis* przelatuje na *Ribes alpinum*, na którym w październiku pojawiają się osobniki pokolenia płciowego (Heie 1994). Najnowsze badania wskazują jednak (Ruszkowska 1990, 2007; Ruszkowska i Stróżyński 2007), że na skutek ocieplania się klimatu w Polsce w ostatnich latach u holocyklicznych i dwudomnych mszyc (*Rh. padi*) wykształciły się pokolenia anholocykliczne, rozwijające się późną jesienią na żywicielu wtórnym, a w sprzyjających

okolicznościach żerujące nawet przez cały okres zimowy. Możliwość pojawiania się pokolenia anholocyklicznego, którego osobniki z uwagi na trudne warunki zimowe nie przeżywały dotąd w naszym klimacie, wskazywała już u *Betulaphis helvetica* Karwańska (1982). Takie zjawisko może się pojawiać i u innych gatunków mszyc, o ile zmiany klimatu będą postępować, w związku z czym należy liczyć się z pewnymi modyfikacjami rocznej dynamiki liczebności tych owadów.

Dotychczasowe badania nad sezonową dynamiką liczebności *A. frangulae* (Gałęcka 1986) wskazują, że gatunek ten osiąga maksymalną liczebność na *Frangula alnus* w maju, a zanika całkowicie w połowie czerwca. Ponadto badania te wykazały, że liczebność tej mszycy w warunkach zdegradowanego środowiska była nieporównanie mniejsza niż w kontrolnym terenie nieuprzemysłowionym. Wyniki takie wyjaśniono degradacją środowiska ale także stosunkami edaficznymi powierzchni badawczej na Śląsku, a mianowicie wysokim stanem wód na wiosnę, który utrudniał rozwój kruszyny, a przez to opóźniał lub wręcz zahamował wywołany wysoką temperaturą powietrza rozwój wylęgniętych mszyc. Tymczasem w niniejszym opracowaniu uzyskano wyniki zupełnie odmienne, bowiem *A. frangulae* nie tylko osiągał maksimum liczebności w czerwcu, ale pozostawał na żywicielu pierwotnym do końca sezonu, choć rzeczywiście jego liczebność od końca czerwca - początku lipca systematycznie spadała. Czynniki edaficzne nie wchodziły w grę, bo w okresie badawczym poziom wód gruntowych pozostawał na dość niskim poziomie i nawet wiosną 2006 roku, po gwałtownych roztopach grubej pokrywy śnieżnej, nie było na badanych powierzchniach leśnych długo stagnującej wody, zatem *F. alnus* rozwijała się normalnie o czym świadczy wzrost liczebności mszyc na wiosnę.

Dla *A. frangulae* żywicielem pierwotnym jest kruszyna, *F. alnus*, ale w odróżnieniu od poprzednio wspomnianych gatunków, może na niej żerować przez cały rok albo też migrować na inne rośliny, takie jak: *Ch. angustifolium*, *Lamium sp.*, *C. bursa-pastoris*, *Solanum sp.* i inne (Müller 1976). Ta niewielka różnica w bionomii uwidacznia się w dynamice sezonowej liczebności tych trzech gatunków, bo o ile pierwsze dwa mają wyraźne maksima liczebności w czerwcu (Ryc. 6, 8, 13), o tyle *A. frangulae* ma maksimum w czerwcu - lipcu lecz utrzymuje się ono dość długo, a liczebność mszyc rośnie i spada stopniowo (Ryc 4, 5). Niestety w pracy Gałęckiej nie wspomina się nic o obecności mrówek na koloniach *A. frangulae*, a tymczasem w niniejszym opracowaniu *A. frangulae* osiągnął I klasę odwiedzalności, 88,2% odnotowanych kolonii odwiedzanych było przez te owady. Być może różnica w dynamice liczebności tego gatunku, w porównaniu do danych z Dziekanowa (Gałęcka 1986) jest skutkiem obecności

mrówek, które ograniczają jego migrację na żywiciela wtórnego poprzez zmniejszenie produkcji morf uskrzydłych (Müller i inni 2001).

## 5.2. Relacje trofobiotyczne mszyc

Skład gatunkowy zgrupowań mrówek występujących w badanych dąbrowach jest charakterystyczny dla lasów liściastych, zwłaszcza zaś dla świetlistych dąbrów (*Potentillo albae-Quercetum*) (Czechowski i Pisarski 1990, Pisarski i Czechowski 1991). Doniesienia dotyczące *Lasius niger* można odnieść do *L. platythorax*, bliźniaczego gatunku niedawno wyróżnionego (Seifert 1991) i nierozpoznawanego dotąd w badaniach zoocenotycznych zgrupowań mrówek w Polsce (Radchenko i inni 1999), choć najnowsze badania wskazują na współwystępowanie obydwu gatunków w borach świeżych (Czechowski, Czechowska 2006). Powierzchnia 1 cechuje się większą liczbą gatunków, jednak w obydwu dominują *Myrmica rubra*, *M. ruginodis* i *L. platythorax*.

Skład gatunkowy powierzchni 3 i 4 jest typowy dla łąk wilgotnych, z dominacją *M. rubra* i *M. scabrinodis* (Czechowski i inni 1990).

W murawie kserotermicznej obok gatunków kosmopolitycznych (*L. niger*, *L. flavus*) i typowych dla otwartych i suchych siedlisk (*Formica cunicularia*, *F. rufibarbis*, *M. rugulosa*, *T. caespitum*, *M. schencki*) stwierdzono także gatunki ciepłolubne ale rzadko notowane (*F. lusatica*, *Myrmecina graminicola*, *Ponera coarctata*) (Czechowski i inni 2002). Absolutnym dominantem pod względem penetracji podłoża jest *L. niger*, który obok *L. flavus*, dominuje również zagęszczeniem mrowisk.

Analizując związki mszyc z mrówkami należy zwrócić uwagę na kilka aspektów. Po pierwsze należy rozważyć słuszność zaproponowanego podziału stopnia odwiedzalności mszyc przez mrówki na sześć klas. Jak dotąd wielu autorów na różne sposoby opisywało tę cechę lub zależność. Taksonomowie na ogół skupiają uwagę na tym jakie jest prawdopodobieństwo, że kolonia danego gatunku mszyc jest odwiedzana przez mrówki. Czynią to używając zwykle dość nieprecyzyjnych określeń, niepopartych ścisłą analizą statystyczną (por. Heie 1980; Szelegiewicz 1968, 1978a; Müller 1976; Wieczorek 2007). Z kolei ekolodzy zajmujący się szerzej problemem trofobiozy zwykle, zgodnie z ogólnie przyjętym podziałem relacji symbiotycznych (Boucher i inni 1982), wyróżniają trzy kategorie mszyc: obligatoryjnie myrmekofilne, fakultatywnie myrmekofilne i nieodwiedzane przez mrówki (Stadler & Dixon 1998, 1999). Według tego podziału mszyce obligatoryjnie myrmekofilne są zawsze odwiedzane przez mrówki, a fakultatywnie myrmekofilne czasami są odwiedzane a czasami nie. Tutaj

jednak pojawia się pewien problem. Czy mszyce fakultatywnie myrmekofilne w danym typie środowiska są odwiedzane zawsze, a w innym typie nie są odwiedzane wcale, czy też w danym siedlisku tylko część kolonii jest odwiedzana przez mrówki? Badania wielu autorów wskazują na to jak bardzo dynamiczne są trofobiotyczne relacje między mrówkami i mszycami. Czynniki wpływającymi na ścisłość mutualistycznych relacji między mszycami a mrówkami są: zaangażowanie konkretnych gatunków mszyc i mrówek (Addicot 1978), zagęszczenie osobników obydwu grup (Addicott 1979, Breton & Addicott 1992), gatunek rośliny żywicielskiej i jej kondycja (Auclair 1963, Fisher & Shingleton 2001), wytwarzany przez roślinę żywicielską nektar, konkurencyjne wobec spadzi źródło węglowodanów (Engel i inni 2001) a także sezonowe różnice w zapotrzebowaniu mrówek na spadź (Sudd & Sudd 1983 i Fischer i inni 1997 za: Völkl i inni 1999). Istnieje także stała rywalizacja między gatunkami mszyc o obecność mrówek. Cushman i Addicott (1989) wykazali nie tylko, że kolonie *Aphis varians* są w mniejszym stopniu odwiedzane przez mrówki jeśli w pobliżu były obecne kolonie *Cinara sp.* ale także, że większa liczba robotnic mrówek przypadająca na kolonię powodowała szybszy wzrost liczebności mszyc w tej kolonii i jej dłuższe przetrwanie. Z kolei Sakata i Hashimoto (2000) wykazali, że stopień odwiedzania mszyc przez mrówki zmienia się w zależności od obecności obydwu gatunków w jednym siedlisku. Badali oni *Megoura crassicauda* i *Aphis craccivora*, żerujące na *Vicia angustifolia*. Kiedy w środowisku obecny był tylko jeden z dwóch gatunków, częstość odwiedzania ich przez mrówki był porównywalny a liczebność kolonii mszyc rosła. Kiedy jednak obydwa gatunki współwystępowały, mrówki zdecydowanie wybierały *A. craccivora*, przyczyniając się do wzrostu liczebności kolonii tego gatunku, jednocześnie lekceważąc lub wręcz atakując *M. crassicauda* i znacznie hamując wzrost liczebności kolonii tej mszycy. Z powyższych przykładów widać jasno, że fakultatywna myrmekofilia może zawierać w sobie całą gamę zależności i różny stopień relacji między mszycami i mrówkami. Zaproponowany przez mnie podział na sześć klas ma charakter czysto analityczny i jest oparty na częstości obserwacji mszyc w obecności mrówek. Innymi słowy wskazuje on prawdopodobieństwo współwystępowania robotnic mrówek z koloniami danego gatunku mszycy. Ponieważ współwystępowanie obydwu grup zależy od wielu czynników, szczególnie ważne są te dane, które dotyczą mszyc notowanych z różnych zbiorowisk roślinnych, a więc bytujących w odmiennych warunkach środowiska i konkurencji wewnątrz- i międzygatunkowej, zarówno wśród mszyc jak i wśród mrówek. Różnice między zbiorowiskami ilustruje zestawienie średniego procentu nieodwiedzanych koloni w każdym z badanych środowisk (Tab. 29). W trakcie badań odnotowano przypadki odwiedzania przez mrówki kolonii mszyc, które dotąd nie były notowane jako fakultatywne myrmekofile np.:



*Impatientinum asiaticum*, który według zaproponowanej skali należy do IV klasy, 27,2% obserwowanych kolonii było odwiedzanych przez mrówki (Tab. 25), choć według Heie'go (1994) rodzaj *Impatientinum* nie jest odwiedzany przez mrówki. Z kolei *C. tremulae* podawany jest jako nieodwiedzany przez mrówki (Heie 1982) lub zwykle nieodwiedzany przez mrówki (Szelegiewicz 1985), a w przeprowadzonych badaniach należy do IV klasy, z 30,6% odwiedzanych kolonii zaś *S. maydis*, wg tych samych autorów zwykle odwiedzana, plasuje się w II klasie z 66,52% odwiedzanych kolonii. Heie (1994) podaje także, że rodzaj *Capitophorus* jest rzadko odwiedzany przez mrówki podczas gdy *C. carduinus* uzyskał III klasę i 60,87% odwiedzanych kolonii. Heie (1980) podaje, że rodzaj *Prociphilus* nie jest odwiedzany przez mrówki podczas gdy Zwölfer (1958) (za: Way 1963) twierdzi, że *Prociphilus fraxini* jest nie tylko odwiedzany przez mrówki ale wręcz usuwają one pokrywającą go wydzielinę woskową. W prezentowanych badaniach *Prociphilus bumeliae* uzyskał I klasę „odwiedzalności” z 87,5% odwiedzanych przez mrówki kolonii (choć nie zaobserwowano usuwania obfitej woskowej wydzieliny).

Powyższe przykłady mają na celu wskazanie, że wiele danych dotyczących częstości odwiedzania poszczególnych gatunków mszyc przez mrówki jest niepełnych. Wynikłe różnice można tłumaczyć wymienionymi wcześniej czynnikami wpływającymi na częstotliwość kontaktów między mrówkami a mszycami. Możliwe jest przecież, że dany gatunek mszyc w określonym siedlisku i danej części swego zasięgu nie wchodzi w kontakty z mrówkami, a w innej części swego zasięgu i innym środowisku takie relacje zachodzą. Jeśli jednak gatunek jest obligatoryjnym myrmekofilem wtedy należy założyć, że w każdym przypadku jego kolonie będą odwiedzane przez mrówki. W przeprowadzonych badaniach znaleziono sporą grupę takich gatunków, które zawsze, ze 100% częstością były odwiedzane przez mrówki. Sporządzona przez Stadlera i Dixona (1998) na podstawie danych Kunkela i Klofta (1985) lista gatunków mszyc zawiera 40,1% gatunków nieodwiedzanych, 31,6% gatunków fakultatywnie myrmekofilnych i 28,3% gatunków obligatoryjnie myrmekofilnych (choć proporcje te są różne dla różnych rodzin mszyc – Stadler i inni 2003). Zaprezentowana w niniejszej pracy lista 66 gatunków ujętych w badaniach odwiedzalności zawiera aż 46 gatunków należących do I klasy odwiedzalności - 69,7% ogólnej liczby gatunków ujętych w badaniach ilościowych. Tak znaczny udział gatunków obligatoryjnie myrmekofilnych może być spowodowany niepełnym poznaniem afidofauny badanych środowisk albo wadami metody (pomijanie mszyc korzeniowych). Trudno też jednoznacznie skorelować wydzielone klasy odwiedzalności z przyjętym powszechnie rozróżnieniem na trzy grupy. Na pewno I klasa obejmuje gatunki obligatoryjnie myrmekofilne ale także, być może, część fakultatywnych z uwagi na niższy niż

100% wskaźnik odwiedzalności. Jednak należy pamiętać, że w danym momencie obserwacja konkretnej kolonii prowadzona była tylko przez krótką chwilę i mogło się zdarzyć, że został uchwycony i zarejestrowany moment w którym odwiedzająca kolonię mrówka zeszła z niej transportując pobraną spadź do gniazda lub na skutek obecności badacza odpadła od kolonii lub z niej uciekła. Uważam takie zjawisko za bardzo prawdopodobne i tym samym uzasadnione uznanie I klasy za mszyce obligatoryjnie myrmekofilne. Z kolei mszyce należące do V i VI klasy można uznać za nieodwiedzane przez mrówki, pomimo, że sporadycznie takie obserwacje mogą być odnotowywane. Jeśli mrówki wchodzi na roślinę i pobierają z jej liści spadź, a zarazem nie mają żadnego kontaktu z mszycami, a takie przypadki także odnotowywano jako współwystępowanie mszyc i mrówek, trudno uznać taki związek za mutualizm. Wreszcie klasy od II do IV można uznać za różne poziomy fakultatywnej myrmekofilii. Należą tutaj: *S. maydis* (klasa II), który żyje w zwartych koloniach i jest zwykle odwiedzany przez mrówki a nawet przez nie broniony; *C. carduinus* (klasa III), u którego także występuje bezpośredni kontakt z mrówkami, ale bez gwałtownych reakcji obronnych z ich strony i *C. tremulae* (klasa IV), żyjący w dość luźnych koloniach po spodniej stronie liści *Populus tremula*, u którego obserwujemy przemieszczanie się mrówek pomiędzy osobnikami kolonii ale pobierają one spadź z powierzchni liści, które są nią pokryte. Gdyby się więc zagłębić w relacje konkurencyjne między mszycami należałoby *S. maydis* postawić wyżej w hierarchii, niż *C. tremulae*, co znajduje odzwierciedlenie w różnicy klas odwiedzalności obydwu gatunków mszyc. Problemem w wartościowaniu wyznaczonych klas jest także nierówna liczba odnotowywanych kolonii mszyc co ma istotne znaczenie ze statystycznego punktu widzenia. Wydaje się jednak, że dalsze obserwacje wzmocnią ich wartość, pomimo spodziewanej ponownie niewielkiej liczby odnotowanych kolonii niektórych gatunków. Jeżeli uzyskane w kolejnych badaniach wyniki będą zbliżone, to sam fakt ich powtarzalności będzie dobrym argumentem na korzyść wyznaczonej hierarchii klas. Konieczne są także obserwacje pozwalające powiązać rangę klasy odwiedzalności z zakresem związku mrówka-mszyca.

W aspekcie powiązań między konkretnymi gatunkami mszyc i mrówek trudno o jednoznaczne wnioski, choć w związkach trofobiotycznych mrówek i innych owadów pojawiają się także ściśle związki między niektórymi gatunkami (Eastwood i Fraser 1999, Dejean i inni 2000, Blüthgen i Fiedler 2002). Dokładniejsze badania w tym względzie prowadzone były głównie w odniesieniu do mszyc żerujących na korzeniach roślin (Eastop 1953, Zwölfer 1958, Muir 1959, Godske 1991), w których stwierdzono powiązania mszyc głównie z gatunkami mrówek prowadzącymi ukryty, podziemny tryb życia (*L. flavus*, *L. mixtus*, *S. fugax*), często także z *L. niger*, a zdecydowanie rzadziej z gatunkami penetrującymi

powierzchnię siedliska (*Myrmica* spp. *Formica* spp.). Dla większości gatunków mszyc związki z mrówkami nie wykazują specyficzności gatunkowej (Buckley 1987) chociaż u mszyc żerujących na nadziemnych częściach roślin trudniej jest określić takie powiązania, głównie z uwagi na znaczną liczbę gatunków i brak systematycznych obserwacji (Stadler i Dixon 2005). Także niejednorodność myrmekofaunistyczna badanych zbiorowisk w tym przypadku okazuje się kłopotliwa. O ile bowiem duża różnorodność wybranych do badań siedlisk sprzyja zgromadzeniu bogatej listy mszyc myrmekofilnych i listy gatunków mrówek odwiedzających mszyce to utrudnia porównywanie wyników. W środowiskach, w których wiele gatunków mrówek konkuruje między sobą o dostęp do mszyc można uzyskać pełniejszy obraz preferencji gatunkowych, podczas gdy w środowisku gdzie bezwzględnie dominuje jeden gatunek, a to ma miejsce w murawie kserotermicznej, pomimo dużego bogactwa afidofauny trudno mówić o preferencjach gatunkowych bo wszystkie mszyce (obligatoryjnie i fakultatywnie myrmekofile) odwiedzane są przez jeden gatunek mrówki (np: *L. niger*). W takiej sytuacji możliwe staje się jedynie określenie preferencji z punktu widzenia jednego gatunku mrówki. I tu pojawia się kolejny, bezpośrednio z tym zagadnieniem związany, aspekt relacji trofobiotycznej między mrówkami a mszycami. Mianowicie, co stanowi kryterium decydujące o atrakcyjności danego gatunku mszycy dla danego gatunku mrówek. Odpowiedź na to pytanie zdaje się leżeć w energetycznym i ekologicznym bilansie zysków i strat jakie ponoszą w związku ze współżyciem obydwie strony (Axén i inni 1996). Dla mszyc główną korzyścią czerpaną z obecności mrówek jest obrona przed pasożytami i drapieżnikami (Way 1963, Hölldobler i Wilson 1990). W takiej sytuacji istnieje silne współzawodnictwo między koegzystującymi gatunkami mszyc o obronę mrówek przed pasożytami. W przeprowadzonych doświadczeniach (Fisher i inni 2001), mrówki mogły wybierać spośród trzech gatunków mszyc: *Metopeurum fuscoviridae*, *Brachycaudus cardui* i *Aphis fabae*. Ponieważ mrówki najczęściej wybierały *M. fuscoviridae* pozostałe gatunki mszyc były bardziej narażone na ataki drapieżców i parazytoidów, i liczebność ich kolonii szybko malała (choć istnieją raporty wskazujące, że na obecności mrówek mogą korzystać także niektóre parazytoidy mszyc – Völkl 1992). W związku z tym mszyce musiały wykształcić cechy umożliwiające im efektywniejsze zwabianie mrówek do własnej kolonii. W takiej sytuacji nie dziwi fakt, że niektóre gatunki mszyc występują tylko w bezpośredniej obecności gniazd mrówek, które wchodzi z nimi w mutualistyczny związek. Opisali to Hopkins i Thacker (1999) na przykładzie *Stomaphis quercus*, występującego tylko w pobliżu gniazd *Lasius fuliginosus*, i *Aphis serpylli* żyjącego tylko w pobliżu gniazd *L. niger*. Z drugiej strony, jak wskazują badania Sakaty (1999), mszyce wytwarzające atrakcyjniejszą dla mrówek spadź mogą pośrednio powodować, że atakują one

kolonie innych gatunków mszyc, wytwarzających spadź znacznie gorszej jakości. Mrówki są więc czynnikiem regulującym przeżywanie i poziom liczebności kolonii mszyc (Cushman i Addicott 1989). Ponieważ mrówki kierują się bilansem zysków-strat (Offenberg 2001) oczywiste jest, że wybierają te gatunki mszyc, które wytwarzają spadź o najkorzystniejszym dla nich składzie (Völkl i inni 1999, Sakata i Hashimoto 2000), kierując się jakością i ilością obecnych w niej sacharydów bardziej niż aminokwasów (Fischer i inni 2002), mimo że Pontin (1978) sugeruje, że mszyce mogą być źródłem białka dla mrówek podziemnych (*L. flavus*). Spadź takich gatunków jest bogata przede wszystkim w trisacharydy: melecytozę i rafinozę (Auclair 1963). Okazuje się jednak, że mszyce potrafią regulować skład spadzi w zależności od tego czy są odwiedzane przez mrówki czy też nie. Fischer i Shingleton (2001) wykazali, że *Chaitophorus populi* i *C. populeti*, które są bardzo często odwiedzane przez mrówki, wytwarzają spadź bogatą w melecytozę podczas gdy fakultatywnie myrmekofilny *C. tremulae* zawiera w spadzi niewielką jej ilość. Także gatunek rośliny żywicielskiej wpływał na jakość wytwarzanej spadzi (więcej melecytozy na *Populus tremula* niż *P. alba*). Co więcej, nie odwiedzane przez mrówki *C. populi* i *C. populeti* redukowały stężenie melecytozy w spadzi, podczas gdy *C. tremulae* nieodwiedzany zwiększał jej stężenie. Podobnie Yao i Akimoto (2001) wykazali, że *Tuberculatus quercicola* w obecności mrówek wytwarza spadź o niższej zawartości glukozy a o wyższym stężeniu sacharozy i trehalozy. W tym kontekście należy jeszcze przytoczyć badania Stadlera i innych (2002), które jasno wskazują, że mszyce obligatoryjnie myrmekofilne na roślinach w dobrej kondycji osiągają niższą liczebność, niż mszyce fakultatywnie myrmekofilne lub w ogóle nieodwiedzane przez mrówki. Jak widać, produkcja dobrej jakości spadzi, atrakcyjnej dla mrówek, jest jednocześnie znacznym obciążeniem dla mszyc, które nie mogą w pełni wykorzystać dobrej bazy pokarmowej z powodu znacznych kosztów produkcji spadzi. Mrówki jednakże zdają się rozpoznawać jakość rośliny żywicielskiej i przenoszą mszyce tylko na rośliny będące w dobrej kondycji wegetacyjnej (Collins i Leather 2002). Wspomnieć należy jeszcze, że mszyce mogą pobierać pokarm penetrując tkanki roślinne międzykomórkowo i wewnątrzkomórkowo, czerpiąc sok komórkowy z floemu lub też z innych tkanek, co wpływa na jakość pobieranego przez mszyce pokarmu (Goszczyński i Cichocka 1990), a zatem mogą wpływać na jakość wydalanej spadzi. Konieczność głębszej penetracji tkanek roślinnych wymaga wydłużenia aparatu gębowego mszycy, a to z kolei pociąga za sobą utrudnienia w wyciąganiu szytyletów z tkanek roślinnych i tym samym opóźnia ucieczkę przed drapieżnikiem. Shingleton i inni (2005) przebadali związki długości ssawki z opieką przez mrówki u rodzaju *Chaitophorus*, wykazując, że te mszyce, które posiadały dłuższe narządy gębowe (żerując na nerwach liściowych), były częściej odwiedzane

przez mrówki niż te o krótszych narządach gębowych. Spośród gatunków badanych przez zespół Shingletona trzy pojawiły się również w prezentowanych badaniach. Uzyskane dane potwierdzają wyniki Shingletona i in. (2005) - *C. populeti* i *C. salicti*, o dłuższych narządach gębowych, należą do I klasy odwiedzalności podczas gdy *C. tremulae*, o krótszych narządach gębowych, należy do IV klasy (Tab. 25).

W zgrupowaniach mszyc występujących w kwaśnych dąbrowach obserwujemy dużą dowolność w tworzeniu związków z mrówkami. Można powiedzieć, że gatunki dominujące wchodziły w trofobiotyczną relację ze wszystkimi obecnymi w siedlisku gatunkami mrówek. Na powierzchni 1 i 2 średni udział poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii dominujących mszyc był zbliżony do udziału tych mrówek w penetracji podłoża i liczebności gniazd (Ryc. 25 i 26). Jednakże na powierzchni 2 widać różnice w stosunku do powierzchni 1 a mianowicie: wyraźnie większy udział *M. ruginodis* w odwiedzaniu *A. frangulae* i mniejszy w odwiedzaniu *A. idaei* oraz dominację *L. platythorax* nad *M. rubra* w odwiedzaniu *Impatiens asiaticum* przy całkowitej nieobecności *M. ruginodis* w koloniach tej mszycy.

W zgrupowaniach łąk wilgotnych widzimy, że superdominant (*A. fabae*) jest odwiedzany przez wszystkie gatunki mrówek obecne w siedlisku, z dominującym *M. rubra* na obydwu powierzchniach (Ryc. 27 i 28). Z kolei *Aulacorthum solani* jest odwiedzany na powierzchni 4 także przez wszystkie obecne tu gatunki mrówek, podczas gdy na powierzchni 3 tylko przez cztery gatunki. Na obu powierzchniach *M. rubra* nie wykazywał dominacji w odwiedzaniu kolonii wspomnianych mszyc. Warto zauważyć, że *A. acetosae* na obydwu powierzchniach był odwiedzany albo całkowicie, albo w przeważającym stopniu przez *L. niger*.

Podsumowując należy zauważyć, że określone gatunki mszyc są częściej odwiedzane przez pewne gatunki mrówek występujących w określonych siedliskach. Zarówno mszyce (rozdział 5.1), jak i mrówki (Pisarski i Czechowski 1991, Czechowski i inni 1995) tworzą zgrupowania charakterystyczne dla różnych typów siedlisk. W określonych siedliskach pojawiają się charakterystyczne dla danego zbiorowiska gatunki mrówek i mszyc, które wchodzić ze sobą w relacje trofobiotyczne. Dlatego pewne pary trofobiontów będą częściej notowane, niż inne. *L. platythorax* będzie częściej notowany na *A. frangulae* czy *A. idaei*, niż na *A. sedi* czy *A. centaureae*, co nie oznacza, że nie mogą one także między sobą wchodzić w relacje.

Wśród mrówek istnieje rywalizacja międzygatunkowa o związki z określonymi gatunkami mszyc (Czechowski 1985, 1994; Philips i Willis 2005). Uzyskane wyniki badań dotyczące frekwencji odwiedzania mszyc przez poszczególne gatunki mrówek w ciągu sezonu są trudne do interpretacji. Nakładając bowiem wyniki związane z zajętością mszyc przez mrówki na dane

o liczebności gniazd i penetracji terenu widać, że dane te nie są proporcjonalne. Biorąc pod uwagę terytorializm mrówek można przypuszczać, że kolonie mszyc w pobliżu danego mrowiska są chronione przed zajęciem ich przez mrówki z rywalizujących mrowisk. Można sądzić, że zwiększona penetracja terenu przez dany gatunek mrówek nie zawsze jest skorelowana z zajmowaniem większej liczby kolonii mszyc. W kwaśnej dąbrowie można to wykazać porównując omówione parametry u dwóch gatunków: *L. platythorax* i *M. ruginodis*. Analizując ryciny (Ryc. 31 i 32) można dostrzec różnice między stopniem penetracji podłoża i liczebnością gniazd a udziałem mrówek w odwiedzaniu kolonii mszyc przez wspomniane gatunki. Udział *M. ruginodis* w odwiedzaniu kolonii mszyc jest wyraźnie niższy niż udział tego gatunku w liczebności gniazd i penetracji terenu. W przypadku *L. platythorax* udział w odwiedzaniu kolonii mszyc jest proporcjonalny do udziału tego gatunku w penetracji terenu i liczebności jego gniazd. Na obydwu powierzchniach leśnych *M. rubra* ma największy udział w odwiedzaniu kolonii mszyc, w stosunku do stopnia penetracji podłoża i liczebności gniazd. Można stąd wysnuć wniosek, że w hierarchii odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki, *M. rubra* jest najbardziej wyspecjalizowany i wykazuje najwyższą skłonność do zajmowania kolonii mszyc, nieco mniej *L. platythorax*, a najmniej *M. ruginodis*. Jest to zgodne z twierdzeniem Colingwooda (1979), że *M. rubra* spośród wszystkich gatunków z rodzaju *Myrmica* najchętniej odwiedza różne kolonie mszyc.

Podobnie w zgrupowaniach łąk wilgotnych (Ryc. 33 i 34) obserwujemy, że *M. rubra* ma znacznie większy udział w odwiedzaniu kolonii mszyc, niż w penetracji podłoża, czy liczebności gniazd, a *L. niger* ma albo wyższy, albo pośredni udział w odwiedzaniu mszyc w stosunku do penetracji czy liczebności gniazd. Z kolei *M. ruginodis*, *M. scabrinodis* i *F. fusca* mają nieporównanie mniejszy udział w odwiedzaniu kolonii mszyc, niż w penetracji podłoża i liczebności. Oznacza to, że te trzy gatunki mrówek zajmują dużo niższą pozycję w hierarchii oddziaływań konkurencyjnych między mrówkami o dostęp do kolonii mszyc w stosunku do *M. rubra* i *L. niger*.

Podobne zjawisko obserwujemy w zgrupowaniach na murawach kserotermicznych (Ryc. 35 i 36), gdzie gatunki z rodzaju *Formica*, pomimo wyraźnego udziału w liczebności gniazd i penetracji podłoża, tylko sporadycznie odwiedzają kolonie mszyc, które są niemal całkowicie zajęte przez robotnice *L. niger*. Tu także *L. niger* stoi na szczycie hierarchii w stosunkach konkurencji o dostęp do kolonii mszyc.

Śledząc sezonową dynamikę odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki widzimy brak korelacji między dynamiką odwiedzania kolonii a dynamiką penetracji podłoża. We wszystkich badanych zbiorowiskach (Ryc. 46–57) najwyższą liczebność odwiedzanych kolonii

odnotowywano w pierwszej połowie sezonu, kiedy to przypadał szczyt liczebności mszyc, podczas gdy szczyt liczebności robotnic penetrujących podłoże przypadał na drugą połowę sezonu.

Na powierzchni 1 obserwujemy, że *M. ruginodis* zmniejsza swój udział w odwiedzaniu mszyc w kolejnych terminach pod koniec sezonu (Ryc. 46). W przypadku *L. platythorax* nie obserwujemy takiego zjawiska, robotnice tej mrówki cały sezon zajmują dużą liczbę kolonii mszyc. Tymczasem *M. ruginodis* przez cały sezon stanowi spory odsetek robotnic penetrujących teren (Ryc. 47).

Na powierzchni 2 udział *M. ruginodis* w odwiedzaniu kolonii zmniejsza się stopniowo w drugiej połowie sezonu podczas gdy udział *L. platythorax* w tym czasie rośnie (Ryc. 48). Biorąc pod uwagę udział tych gatunków w penetracji podłoża, relacje te są porównywalne w całym sezonie (Ryc. 49).

Na powierzchni 3 udział *M. rubra* stopniowo maleje na korzyść *L. niger* (Ryc. 50), podczas gdy udział tych gatunków w penetracji podłoża jest przez cały sezon znaczny (Ryc. 51).

Na powierzchni 4 nie zaobserwowano takich różnic w odwiedzaniu kolonii mszyc przez mrówki, aż cztery gatunki mrówek były obecne w koloniach mszyc w 6, z 8 terminów obserwacji (Ryc. 52). Na tej powierzchni także stwierdzamy, że wszystkie gatunki mrówek przez cały sezon wykazują się znacznym udziałem w penetracji podłoża (Ryc. 53).

Wreszcie na obydwu płatach murawy kserotermicznej przez cały sezon mamy do czynienia tylko z jednym gatunkiem odwiedzającym kolonie mszyc – *L. niger* (Ryc. 54 i 56), mającym także dominujący udział w penetracji podłoża (Ryc. 55 i 57).

Z powyższej analizy wynika, jak bardzo złożone są czynniki wpływające na relacje trofobiotyczne między mrówkami i mszycami. Nawet w bardzo podobnych zbiorowiskach i przy podobnej strukturze myrmekofauny i afidofauny, mogą występować wyraźne różnice w częstotliwości odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki. Jeśli przeanalizować procent kolonii mszyc nieodwiedzanych przez mrówki (Tab. 29) różnice między poszczególnymi powierzchniami badawczymi stają się jeszcze wyraźniejsze. Nawet bardzo podobne zbiorowiska (dąbrowy i łąki wilgotne) różnią się między sobą dość znacznie frekwencją odwiedzanych kolonii. Z kolei murawy kserotermiczne charakteryzują się bardzo podobnym, niewielkim odsetkiem kolonii mszyc nie odwiedzanych przez mrówki. Jednak w tej murawie dominuje *L. niger*, gatunek który już we wcześniejszych analizach okazał się być wysoce afidofilnym. Jego długotrwałe utrzymywanie się w koloniach mszyc na powierzchni 3 (Ryc.

50) oraz w dąbrowach (powierzchnie 1 i 2) (Ryc. 46 i 48) świadczy wyraźnie o jego wyspecjalizowaniu do trofobiotycznych związków z mszycami.

W związku ze zmienną liczebnością kolonii mszyc zmienia się także liczba mrówek przypadających na jedną kolonię i odwrotnie, w zależności od liczby robotnic odwiedzających kolonię zmienia się w niej liczebność mszyc (Addicott 1979, Breton i Addicott 1992). W przeprowadzonych badaniach dokonano analizy sezonowej liczebności mrówek przypadających na pojedynczą kolonię niektórych gatunków mszyc. W wyniku takiej analizy można stwierdzić, że w przypadku kilku gatunków mszyc wraz ze zmniejszeniem się liczebności kolonii w środowisku zwiększa się liczba robotnic przypadających na pojedynczą kolonię. Jest to widoczne wyraźnie na murawie kserotermicznej, gdzie wszystkie mszyce są odwiedzane tylko przez *L. niger* (Ryc. 44 i 45). Podobną zależność można zaobserwować w pozostałych zbiorowiskach, w stosunku do mszyc o dużej dynamice liczebności np.: *A. fabae* na łące wilgotnej (Ryc. 43), *C. populeti* (Ryc. 40) czy *A. frangulae* (Ryc. 41) w dąbrowach. Zależności takiej nie obserwujemy u *S. maydis*, zarówno na łąkach wilgotnych (Ryc. 42 i 43), jak i na murawach kserotermicznych (Ryc. 44 i 45). Zmiany liczebności robotnic związane są ze zróżnicowanym zapotrzebowaniem mrówek na spadź w różnych sezonach oraz zmianami w składzie spadzi w zależności od liczebności kolonii (przy dużym zagęszczeniu i liczebności mszyc obniża się stężenie cukrów w spadzi) (Breton i Addicott 1992). Z kolei Degen i inni (1986) wskazują, że im większa liczba osobników w kolonii mszyc, tym większa jest liczba odwiedzających ją robotnic mrówek. W przeprowadzonych badaniach nie brano pod uwagę liczby mszyc w kolonii a jedynie liczbę kolonii na roślinie. W związku z tym można założyć, że spadek liczby mrówek na jedną kolonię w okresie szczytowej liczebności mszyc wynika z ograniczonej liczby mrówek penetrujących teren. W takim przypadku na jedną robotnicę przypada większa liczba kolonii mszyc, co przekłada się bezpośrednio na liczbę mrówek odwiedzających pojedynczą kolonię. Należy zauważyć, że szczyt liczebności mrówek penetrujących teren nie pokrywa się ze szczytem liczebności kolonii mszyc (Ryc. 46-57).

Analiza dwu gatunków pojawiających się w różnych zbiorowiskach ilustruje jak różnorodne i złożone czynniki wpływają na jakość relacji trofobiotycznej. Rycina (Ryc. 64) przedstawia podsumowanie danych zebranych dla *A. fabae*, pojawiającego się na 5 powierzchniach (1, 3, 4, 6, 7) – w 3 typach zbiorowisk i *S. maydis*, pojawiającego się na 4 powierzchniach (3, 4, 6, 7) – 2 typach zbiorowisk. *A. fabae*, który zyskał średnio I klasę odwiedzalności, na różnych powierzchniach uzyskał różną odwiedzalność. Przedstawione dane trudno zinterpretować ponieważ, jak już wspomniano, bardzo wiele czynników wpływa na tę relację. Najwyższą i najniższą odwiedzalność *A. fabae* uzyskał na powierzchniach należących



do tego samego typu zbiorowiska – łąki turzycowej. Z kolei na murawach różnica ta była znacznie mniejsza. Jednak na murawach, w odwiedzaniu kolonii mszyc dominował *L. niger*, podczas gdy w pozostałych dwóch zbiorowiskach dominował *M. rubra*. Na murawach kserotermicznych (powierzchnie 6 i 7) *A. fabae* żerował na roślinach motylkowych (*Fabaceae*) z rodzaju *Vicia*, na łąkach na złożonych (*Asteraceae*) z rodzaju *Cirsium*, a w dąbrowach na *Lysimachia vulgaris* z rodziny pierwiosnkowatych (*Primulaceae*). Analizując dane odwiedzalności we wszystkich zbiorowiskach można powiedzieć, że ich wartość mieści się w granicach 60% - 100%, a więc w I i II klasie odwiedzalności. Jednak podstawową trudność stanowi wyjaśnienie przyczyny różnej odwiedzalności *A. fabae* w obu stanowiskach łąkowych, gdzie głównymi żywicielami były gatunki z rodzaju *Cirsium*. Z drugiej strony, w tym zbiorowisku (powierzchnie 3 i 4) znajdują się niewielkie płyty, w których po opadach stagnuje woda, w związku z czym mrówki w takich miejscach nie miały dostępu do kolonii mszyc i odnotowywano je jako nieodwiedzane przez mrówki. Jednak powierzchnia takich płytów i liczba odnotowanych na nich kolonii nie była zupełnie brana pod uwagę, dlatego trudno ocenić wpływ tego czynnika na odwiedzalność mszyc. Jednakże, gdyby *A. fabae* był gatunkiem obligatoryjnie myrmekofilnym, poza dostępem mrówek kolonie tego gatunku nie utrzymałyby się na roślinie i nie zostałyby odnotowane. Wynika stąd, że I klasa odwiedzalności obejmuje również pewną liczbę gatunków fakultatywnie myrmekofilnych, stąd konieczność przeprowadzenia badań wiążących klasy odwiedzalności, ze ścisłością relacji trofobiotycznej poszczególnych gatunków mszyc.

Analizując związek *S. maydis* z mrówkami można stwierdzić, że w zbiorowiskach łąk wilgotnych był odwiedzany ogółem przez cztery gatunki mrówek, w każdym po trzy (na powierzchni 3 przez *L. niger*, *M. rubra* i *F. fusca* a na powierzchni 4 przez *L. niger*, *M. rubra* i *M. scabrinodis*). Natomiast na murawie kserotermicznej odwiedzany był tylko przez *L. niger*. Na łące wilgotnej jego odwiedzalność wynosiła tylko nieco ponad 40% (III klasa odwiedzalności) a na murawie ponad 80% (I klasa odwiedzalności). Porównując obydwie gatunki należy stwierdzić, że na łące (powierzchnie 3 i 4) to *A. fabae* jest dominantem a z kolei na murawie kserotermicznej (powierzchnie 6 i 7) dominuje *S. maydis*. Pomimo, że *S. maydis* ma stosunkowo niewielką liczebność na łące wilgotnej, *L. niger* ma w niej istotny, a większy niż w penetracji podłoża czy liczebności gniazd, udział w odwiedzaniu jego kolonii. O wiele większy, niż w znacznie liczniejszym *A. fabae*. Z drugiej strony, pomimo niewielkiej liczebności *A. fabae* na powierzchni 6 znaleziono w jego koloniach *M. rubra*, gdy tymczasem nieporównanie liczniejszy *S. maydis* był odwiedzany tylko przez *L. niger*. Tymczasem z

rachunku prawdopodobieństwa można sądzić, że dużej liczebności *S. maydis* towarzyszy zwiększony udział innych gatunków mrówek odwiedzających jego kolonie.

Charakterystyczna jest o wiele większa dysproporcja w odwiedzalności między poszczególnymi zbiorowiskami u *S. maydis* niż u *A. fabae*. Oznacza to, że *A. fabae*, mimo że jest uważany za fakultatywnego myrmekofila, nawet w bardzo różnych zbiorowiskach ma wysoki wskaźnik myrmekofilności. Jest tak bez względu na żywiciela, który dla tego gatunku jest w każdym środowisku inny. Tymczasem odwiedzalność *S. maydis* zdaje się w większym stopniu zależeć od innych warunków środowiskowych, bo dla niego nie zanotowano istotnych różnic w żywicielu, chociaż na murawie kserotermicznej bardzo rzadko notowano go na *Phleum phleoides*. Biorąc pod uwagę różnice w odwiedzalności *S. maydis* w różnych zbiorowiskach nie dziwią rozbieżności jakie pojawiały się w odniesieniu do częstości odwiedzania mszyc przez mrówki podawane przez różnych autorów. Na łąkach wilgotnych *S. maydis* jest rzadko odwiedzany przez mrówki, podczas gdy na murawie kserotermicznej jest dość często odwiedzany.

W omawianym przypadku można mówić o swoistym powiązaniu między gatunkami mszyc i gatunkami mrówek, to znaczy, o istnieniu uprzywilejowanych partnerów trofobiotycznych, z którymi poszczególne gatunki chętniej wchodzi w relację. W przypadku *A. fabae* jest to *M. rubra*, a w przypadku *S. maydis* jest to *L. niger*. Wnioskuje tak na podstawie następujących przesłanek:

1. Na murawie kserotermicznej pomimo znikomego udziału *M. rubra* w strukturze myrmekofauny, i niewielkiego udziału *A. fabae* w strukturze afidofauny, odnajdujemy kolonię *A. fabae* odwiedzaną przez *M. rubra*.
2. Na powierzchni dąbrowy *M. ruginodis* ma na koloniach *A. fabae* znacznie mniejszy udział, niż wynika to z udziału tego gatunku w strukturze myrmekofauny, a z kolei *M. rubra* i *L. platythorax* mają w jej odwiedzaniu większy udział niż w strukturze myrmekofauny.
3. Pomimo znacznego udziału *M. rubra* w strukturze myrmekofauny na łące turzycowej, ponad 50% kolonii *S. maydis* nie jest odwiedzanych przez mrówki, pomimo że *M. rubra* chętnie wchodzi w relacje trofobiotyczne.
4. Udział *L. niger* na *S. maydis* na łąkach turzycowych jest znacznie większy niż jego udział w strukturze myrmekofauny tego zbiorowiska.
5. Na murawach, pomimo wysokiej liczebności *S. maydis*, poza *L. niger* nie odnotowano żadnego innego gatunku mrówek odwiedzających kolonie tej mszycy.

Na podstawie przedstawionej analizy można sądzić, że zarówno wśród mrówek, jak i mszyc istnieje swoista hierarchia w rywalizacji o dostęp do partnera związków trofobiotycznych. Im wyżej dany gatunek znajduje się w hierarchii tej rywalizacji, tym większe prawdopodobieństwo, że wejdzie w układ trofobiotyczny z partnerem o równie wysokiej pozycji w tej hierarchii. W przypadku mszyc o pozycji w hierarchii mówi nam klasa odwiedzalności, czy też myrmekofilności. W przypadku mrówek określenie pozycji w tej hierarchii jest trudniejsze, ale wyniki sugerują, że dość dobrym wskaźnikiem może być porównanie udziału danego gatunku w odwiedzaniu kolonii mszyc do jego udziału w strukturze myrmekofauny. Wydaje się, że związek gatunków o wysokiej pozycji w hierarchii jest bardzo odporny na konkurencję, to znaczy, ani jedna ani druga strona nie wykazują skłonności do zmiany partnera. Dlatego niekoniecznie gatunek liczny w myrmekofaunie danego zbiorowiska będzie równie licznie spotykany w koloniach mszyc. Liczny będzie ten, który wykazuje większą afidofilność, to znaczy zajmuje wyższą pozycję w hierarchii rywalizacji między gatunkami mrówek o dostęp do kolonii mszyc.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że ściśle powiązania gatunkowe nie istnieją i nawet w tych samych albo podobnych zgrupowaniach mszyc, którym towarzyszą podobne zgrupowania mrówek, relacje gatunkowe mogą się dość poważnie różnić. Co więcej, same relacje trofobiotyczne obejmują szeroką gamę interakcji, od związków właściwie mutualistycznych nawet aż po antagonistyczne, kształtowanych przez wiele różnorodnych czynników. Stadler i Dixon (2005) wskazują na potrzebę prowadzenia długoterminowych badań, w siedliskach naturalnych, aby skonfrontować badania prowadzone dotąd w warunkach laboratoryjnych albo w ograniczonym zakresie w warunkach naturalnych, ze stanem rzeczywistym, w którym równocześnie oddziałują wszystkie czynniki regulujące ekologię relacji mszyce - mrówki. Dlatego tylko dalsze badania innych zgrupowań mszyc mogą dać rzeczywisty obraz trofobiotycznych relacji ekologicznych między obydwoma grupami owadów.

## 6. Wnioski

1. Przeprowadzone badania potwierdziły istnienie określonych zgrupowań mszyc związanych z poszczególnymi zbiorowiskami roślinnymi. Na badanym terenie stwierdzono występowanie zgrupowań mszyc związanych ze zbiorowiskami kwaśnych dąbrów *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*, łąk turzycowych *Molinietum caeruleae* i muraw kserotermicznych *Sileno-Phleetum*.
2. Wyróżnione zgrupowania mszyc charakteryzują się sobie właściwymi gatunkami dominującymi, wyróżniającymi i charakterystycznymi.
3. Zgrupowanie mszyc związane z murawami kserotermicznymi *Sileno-Phleetum* cechowało się najbogatszą afidofauną, natomiast mniej liczne okazało się zgrupowanie związane z kwaśną dąbrową. Najmniej liczne zgrupowanie związane jest z łąką turzycową.
4. Skład gatunkowy wyróżnionych zgrupowań wskazuje na obecność na badanym terenie kręgów zgrupowań mszyc związanych ze zbiorowiskami roślinnymi należącymi do klas fitosocjologicznych *Quercetea robori-petreae*, *Festuco-Brometea* i *Molinio-Arrhenatheretea*.
5. Na podstawie miar różnorodności gatunkowej oraz struktur nominacyjnych zgrupowań mszyc stwierdzono, że na badanym terenie charakter seminaturalny wykazują zbiorowiska muraw kserotermicznych *Sileno-Phleetum* oraz murawa ze związku *Cirsio-Brachypodion* a także łąka wilgotna ze związku *Filipendulion ulmariae*. Największy stopień degradacji stwierdzono w łąkach turzycowych *Molinietum caeruleae*.
6. Dynamiki liczebności gatunków dominujących w różnych zgrupowaniach są odmienne dla poszczególnych taksonów i mogą podlegać modyfikacjom pod wpływem czynników klimatycznych i biocenotycznych.
7. Przeprowadzona analiza chorologiczna wykazała, że najliczniej na badanym obszarze reprezentowany jest element europejski (31 %) i geopolityczny (25 %).

8. Przeprowadzona analiza ekologiczna wykazała, że na badanym obszarze dominują gatunki monofagiczne (64 %), kserotermobiotyczne (45 %) i mezohigrofilne (36 %). Duży jest udział gatunków o szerokiej tolerancji wilgotnościowej (46,4 %).
9. Zgrupowania mszyc stanowią czuły wskaźnik degradacji zbiorowisk roślinnych i mogą służyć do monitoringu stanu i kondycji układów faunistycznych.
10. Określono częstość odwiedzania kolonii poszczególnych gatunków mszyc przez mrówki. Wyróżniono grupę gatunków zawsze odwiedzanych przez mrówki (I klasa), klasy pośrednie i grupę gatunków nieodwiedzanych przez mrówki (VI klasa).
11. W przypadku *A. fabae* i *S. maydis* stwierdzono, że w odmiennych zbiorowiskach roślinnych częstotliwość odwiedzania ich kolonii przez mrówki jest różna.
12. Stwierdzono brak ścisłych zależności gatunkowych w relacji trofobiotycznej mszyc i mrówek, aczkolwiek pewne układy gatunków mszyc i mrówek są notowane częściej na skutek pokrywania się zgrupowań mszyc i mrówek związanych z określonymi zbiorowiskami.
13. Określono u mrówek hierarchię w rywalizacji międzygatunkowej o dostęp do mszyc, w której *M. rubra*, *L. platythorax* i *L. niger* stoją wyżej niż pozostałe gatunki mrówek obecne w poszczególnych zgrupowaniach – *M. ruginodis*, *M. scabrinodis*, *F. fusca*, *F. lusatica*, *F. cunicularia* i *F. rufibarbis*.
14. Na wszystkich badanych powierzchniach najwięcej kolonii mszyc było odwiedzanych w okresie największej ich liczebności, a liczba kolonii nieodwiedzanych nie ma bezpośredniego związku z liczbą robotnic penetrujących podłoże.
15. Średnia liczba robotnic mrówek odwiedzających jedną kolonię podlega u większości gatunków mszyc znacznym fluktuacjom w ciągu sezonu i zwykle jest najniższa w czasie szczytu liczebności kolonii mszyc.

## 7. Piśmiennictwo:

1. Achremowicz J. 1986. Materiały do poznania fauny mszyc (Homoptera, Aphidoidea) Lubelszczyzny. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 329: 69-91.
2. Achremowicz J. 1990. Z badań nad fauną mszyc Śląska Dolnego i Sudetów. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 392: 79-93.
3. Achremowicz J., Maślanka L., Obrocka E. 1986. Z badań nad fauną mszyc uszkadzających szklarniowe i doniczkowe rośliny ozdobne. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 329: 55-67.
4. Addicott J.F. 1978. A multispecies ant-aphid association: density dependence and species-specific effects. *Canadian Journal of Zoology* 57:558-569.
5. Addicott J.F. 1979. A multispecies aphid-ants association: density dependence and specific effects. *Can. J. Zool.* 57:558-569.
6. Auclair J. 1963. Aphid feeding and nutrition. *Annual Review of Entomology*. 8:439-490.
7. Awmack C.S., Harrington R. 2000. Elevated CO<sub>2</sub> affects the interactions between aphid pests and host plant flowering. *Agricultural and Forest Entomology* 2: 57-61.
8. Axén A.H., Leimar O., Hoffman V. 1996. Signalling in a mutualistic interaction. *Anim. Behav.* 52:321-333.
9. Babczyńska-Sendek B. 2005. Problemy fitogeograficzne i syntaksonomiczne kserotermów Wyżyny Śląskiej. *Praca Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* nr 2296, 237 ss.
10. Berliński K. 1968. Metodyka zbierania, konserwowania i preparowania mszyc. [w:] Berliński K. (red. nauk.). *Kurs afidologii ogólnej*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław-Warszawa-Kraków: 184-196.
11. Blackman R.L., Eastop V.F. 1984. *Aphids on the World's Crops. An identification Guide*. J.Villey & Sons: VII, 466 ss.
12. Blackman R.L., Eastop V.F. 1994. *Aphids on the World's trees. An identification and information guide*. CAB International & The Natural History Museum, London: 987 ss.
13. Blüthgen N., Fiedler K. 2002. Interactions between weaver ants *Oecophylla smaragdina*, homopterans, trees and lianas in an Australian rain forest canopy. *Journal of Animal Ecology* 71:793-801.

14. Boucher D.H., James S., Keeler K.H. 1982. The ecology of mutualism. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 315-347.
15. Breton L.M., Addicott J.F. 1992. Density-dependent mutualism in an aphid-ant interaction. *Ecology* 73:2175-2180.
16. Brown P.A. 1989. Keys to the alate *Aphis* (Homoptera) of northern Europe. *Occasional Papers on Systematic Entomology* 5: 1-29.
17. Buckley R.C. 1987. Interactions involving plants, homoptera and ants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18:111-135.
18. Cabała S. 1990. Zróżnicowanie i rozmieszczenie zbiorowisk leśnych na Wyżynie Śląskiej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego* nr 1068, Katowice, 142 ss.
19. Celiński F., Wika S. Parusel J. B. (red.) 1997. Czerwona Lista Zbiorowisk Roślinnych Górnego Śląska, w: *Raporty, Opinie* 2: 38-68.
20. Cempulik P., Hadaś T.B., Holeksa K., Kasperek J., Kłys G., Przywara Z., Szulc-Guziak D. 1998. *Piekary Śląskie. Przyroda na Górnym Śląsku*. Wyd. Kubajak.
21. Cichocka E., Goszczyński W. 1986. Biologia odżywiania i bezpośrednia szkodliwość mszyc. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 329: 7-25.
22. Collingwood C.A. 1979. The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, vol.8.
23. Collins M., Leather S.R. 2002. Ant-mediated dispersal of the black willow aphid *Pterocomma salicis* L.; does the ant *Lasius niger* L. judge aphid-host quality? *Ecological entomology* 27: 238-241.
24. Cushman J.H., Addicott J.F. 1989. Intra and interspecific competition for mutualists: ants as a limited and limiting resource for aphids. *Oecologia* 79:315-321.
25. Czechowski W. 1985. Competition between *Myrmica laevinodis* Nyl. and *Lasius niger* (L.) (Hymenoptera, Formicoidea). *Annales Zoologici* 39(8): 153-173.
26. Czechowski W. 1994. Mszyce, spadź, mrówki. *Przyroda Polska* 10(453): 5.
27. Czechowski W., Czechowska W. 2006. Succession of *Lasius* s. str. ant species (Hymenoptera: Formicidae) in moist pine forests – reassessment after taxonomic revisions of the subgenus. *Fragmenta Faunistica* 49(2): 91-97.
28. Czechowski W., Pisarski B. 1990. Ants (Hymenoptera, Formicoidea) of linden-oak-hornbeam forests and thermophilous oak forests of the Mazovian Lowland. 1. Nest density. *Fragmenta Faunistica* 34(9):133-141.
29. Czechowski W., Pisarski B., Czechowska W. 1990. Ants (Hymenoptera, Formicidae) of moist meadows on the Mazovian Lowland. *Fragmenta Faunistica* 34(4):47-59.

30. Czechowski W., Pisarski B., Yamauchi K. 1995. Succession of ant communities (*Hymenoptera, Formicidae*) in moist pine forests. *Fragmenta Faunistica* 38:447-488.
31. Czechowski W., Radchenko A., Czechowska W. 2002. The Ants (*Hymenoptera, Formicidae*) of Poland. MiIZ PAN, Warszawa, 200 ss.
32. Czylok A. 1983. Zgrupowania mszyc (*Homoptera, Aphidodea*) wybranych zbiorowisk leśnych okolic Pińczowa. *Acta Biologica Silesiana* 13: 114-130.
33. Czylok A. 1990. Phylogenetic concept of Tramini (*Homoptera, Lachnidae*). *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego* nr 1130, 64 ss.
34. Czylok A., Gorczyca J., Hałaj R., Klimaszewski S.M., Wojciechowski W. 1991a. Fauna mszyc (*Homoptera, Aphidodea*) zwałowisk odpadów węglowych i cynkowych województwa katowickiego. *Acta Biologica Silesiana* 18(35): 108-117.
35. Czylok A., Halgoš J., Wojciechowski W., 1991b. Aphids (*Aphidinea*) of The Šúr Natural Reserve near Bratislava. *Acta Biologica Silesiana*, 18(35): 9-16.
36. Czylok A., Wojciechowski W. 1987. Communities of aphids (*Homoptera, Aphidoidea*) of the Xerothermic Vegetation in Niecka Nidziańska. *Acta Biologica Silesiana* 6(23):37-41.
37. Czylok A., Wojciechowski W., Kosonocka L., Seget A. 1982. Fauna mszyc (*Homoptera, Aphidodea*) zbiorowisk roślinnych okolic Dolistowa nad Biebrzą. *Acta Biologica, Katowice* 10: 36-49.
38. Degen A.A., Gersani M., Avivi Y., Weisbrot N. 1986. Honeydew intake of the weaver ant *Polyrhachis simplex* (*Hymenoptera: Formicidae*) attending the aphid *Chaitophorus populiabae* (*Homoptera: Aphididae*). *Insectes Sociaux* 33: 211-215.
39. Dejean A., Gibernau M., Bourgoin T. 2000. A new case of trophobiosis between ants and Heteroptera. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie/ Life Sciences* 323: 447-454.
40. Dixon A.F.G. 1977. Aphid ecology: life cycles, polymorphism, and population regulation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 8:329-353.
41. Douglas, J.M., Sudd, J.H. 1980. Behavioural coordination between an aphid (*Symydobius oblongus*) and the ant that attends it (*Formica lugubris*): An ethological analysis. *Animal Behaviour* 28:1127-1139.
42. Durak R. 2003. Zgrupowania mszyc (*Homoptera, Aphidinea*) wybranych zbiorowisk roślinnych (z klasy Vaccinio-Piceetea i Quercio-Fagetea) Płaskowyżu Kolbuszowskiego. Praca doktorska. Uniwersytet Śląski w Katowicach, 134 ss.
43. Eastop V.F. 1953. A study of the Tramini (*Homoptera, Aphididae*). *Transactions of the royal Entomological Society of London*. 104:385-413.



44. Eastwood R.; Fraser A.M. 1999. Associations between lycaenid butterflies and ants in Australia. *Australian Journal of Ecology* 24:503-537.
45. Engel V., Fischer M., Wäckers F.L., Völkl W. 2001. Interactions between extrafloral nectaries, aphids and ants: are there competition effects between plant and homopteran sugar sources? *Oecologia* 129: 577-584.
46. Fischer M., Hoffmann KH, Völkl W. .2001. Competition for mutualists in an ant-homopteran interaction mediated by hierarchies of ant attendance. *Oikos* 92: 531-541.
47. Fischer M., Shingleton, A.W. 2001. Host plant and ants influence the honeydew sugar composition of aphids. *Functional Ecology* 15:544-550.
48. Fischer M., Völkl W., Hoffmann K.H. 1997. Hierarchien im Mutualismus zwischen *Lasius niger* und verschiedenen honigtauproduzierenden Blattläuserten. *Mitt Dtsch Ges Allg Ang Entomol* 11:721-724.
49. Fischer M., Völkl W., Schopf R., Hoffman K.H. 2002. Age-specific patterns in honeydew production and honeydew composition in the aphid *Metopeurum fuscoviridae*: implications for ant-attendance. *Journal of Insect Physiology* 48:319-326.
50. Gałęcka B. 1986. Układ roślina żywicielska (*Frangula alnus* Mill.) – mszyce (*Aphis frangulae* Kalt.) w rejonie uprzemysłowionym ROW. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 329: 27-39.
51. Gębicki C., Głowacka E., Karwańska J., Klimaszewski S.M., Wojciechowski W. 1977. Zgrupowania piewików, mszyc i koliszków (*Homoptera: Auchenorrhyncha, Aphidodea i Psyllodea*) wybranych środowisk rejonu huty „Katowice“. *Acta Biologica, Katowice* 4: 95-122.
52. Godske L. 1991. Aphids in nests of *Lasius flavus* F. in Denmark. I Faunistic description. *Entomologiske Meddelelser*. Vol 59. no 3; 85-89.
53. Godske L. 1992. Aphids in nests of *Lasius flavus* F. in Denmark. II Population dynamics. *Entomologiske Meddelelser* 60(1): 21-26.
54. Górny M., Grüm L. 1981. Metody stosowane w zoologii gleby. PAN, Warszawa, 483 ss.
55. Goszczyński W., Cichocka E. 1986 a. Szkodliwość mszyc żerujących na korzeniach marchwi. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 329: 41-53.
56. Goszczyński W., Cichocka E. 1990. Elektroniczny zapis żerowania mszyc. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 392: 9-17.

57. Greń Cz. 2007. Zróżnicowanie fitosocjologiczne kwaśnych dąbrów z klasy *Quercetea robori-petraeae* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 na Wyżynie Śląskiej i terenach przyległych. Praca doktorska, Uniwersytet Śląski w Katowicach, 60 ss.
58. Hałaj R. 1991. Fauna mszyc (*Homoptera, Aphidoidea*) torfowisk „Mszary Izerskie“ i „Zieleniec-Topieliska“ w polskich Sudetach. *Acta Biologica Silesiana* 18(35): 126-132.
59. Hałaj R., Węgierek P. 1997-1998. Mszyce (*Homoptera:Aphidinea*) rezerwatu przyrody „Segiet” na Wyżynie Śląskiej. *Acta entomologia silesiana* 5-6: 31-32.
60. Hałaj R., Wojciechowski W. 1996. Zgrupowania mszyc (*Homoptera, Aphidinea*) związane ze zbiorowiskami murawowymi z klas *Festuco-Brometea* i *Sedo-Scleranthetea* Wyżyny Częstochowskiej. *Acta Biologica Silesiana* 29(46): 83-105.
61. Hałaj R., Wojciechowski W. 1998. Zgrupowania mszyc (*Homoptera, Aphidinea*) związane z niektórymi zbiorowiskami z klas *Vaccinio-Picetea*, *Alnetea glutinosae* i *Quercu-Fagetea* okolic Olsztyna k. Częstochowy. *Acta Biologica Silesiana* 30(47): 61-83.
62. Heie O.E. 1980. The *Aphidoidea* (*Hemiptera*) of Fennoscandia and Denmark. The families *Mindaridae*, *Hormpachididae*, *Thelaxidae*, *Anoeciidae* and *Pemphigidae*. *Fauna Entomologica Scandinavica*, Klampenborg, 9:1-236.
63. Heie O.E. 1982. The *Aphidoidea* (*Hemiptera*) of Fennoscandia and Denmark. II. Family *Drepanosiphidae*. *Fauna Entomologica Scandinavica*, Klampenborg, 11:1-169.
64. Heie O.E. 1986. The *Aphidoidea* (*Hemiptera*) of Fennoscandia and Denmark. III. *Fauna Entomologica Scandinavica*. 17: 1-314.
65. Heie O.E. 1992. The *Aphidoidea* (*Hemiptera*) of Fennoscandia and Denmark. IV. *Fauna Entomologica Scandinavica*. 25: 1-189.
66. Heie O.E. 1994. The *Aphidoidea* (*Hemiptera*) of Fennoscandia and Denmark. V. Family *Aphididae*: Part 2 of tribe *Macrosiphini* of subfamily *Aphidinae*. E.J.Brill, Leiden. 28: 1-242.
67. Heie O.E. 1995. The *Aphidoidea* (*Hemiptera*) of Fennoscandia and Denmark. VI. *Fauna Entomologica Scandinavica*. 31:1-217.
68. Hill S.L., Hoy M.A. 2003. Interactions between the red imported ant *Solenopsis invicta* and the parasitoid *Lipolexis scutellaris* potentially affect classical biological control of the aphid *Toxoptera citricida*. *Biological Control* 27: 11-19.
69. Hölldobler B., Wilson E.O. 1990. The Ants. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 732 pp.

70. Holopainen J.K.; Kössi S. 1998. Variable growth and reproduction response of the spruce shoot aphid, *Cinara pilicornis*, to increasing ozone concentrations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*.87:109-113.
71. Hopkins G.W., Thacker J.I. 1999. Ants and habitat specificity in aphids. *Journal of Insect Conservation* 3:25-31.
72. Janiszewska E. 1963. Mszyce (*Homoptera, Aphididae*) roślin sadowniczych Polski. I. Gatunki występujące na malinie i jeżynie. *Fragmenta Faunistica* 10(34): 491-497.
73. Karwańska J. 1982. Możliwość rozwoju anholocyklicznego *Betulaphis helvetica* H.R.L. (*Homoptera, Phyllaphididae*). *Acta Biologica, Katowice* 10: 50-52.
74. Karwańska J. 1987. Mszyce (Aphidoidea) Wojewódzkiego Parku Kultury i Wypoczynku w Chorzowie. *Acta Biologica Silesiana, Katowice* 6(23):108-118.
75. Karwańska J. 1991 a. Mszyce (Homoptera, Aphidomorpha) Pogórza Śląskiego. *Acta Biologica Silesiana* 18(35): 148-154.
76. Karwańska J. 1991 b. Mszyce (Homoptera: Aphidomorpha) Kotliny Żywieckiej. *Acta Biologica Silesiana* 18(35): 133-147.
77. Klimaszewski S.M., Czylok A., Herczek A., Wojciechowski W. 1989. An attempt to evaluate the degree of biocenosis distortion on the basis of qualitative changes in aphid consortia (*Homoptera, Aphidoidea*). *Arch. Ochr. Środ.* 1-2: 135-146.
78. Klimaszewski S.M., Czylok A., Herczek A., Wojciechowski W. 1995. The composition and structure of aphid consortia (*Aphidinea*) on birches (*Betula pendula*) as indicators of the habitat condition in regions of industrial activity (The agglomerations of Silesia and Cracow). *Acta Biologica Silesiana* 27(44): 7-19.
79. Klimaszewski S.M., Szelegiewicz H., Wojciechowski W. 1976. Budowa przewodu pokarmowego *Lachnus longirostris* (Mordv.) (*Homoptera, Lachnidae*). *Acta Biologica* 2:89-94.
80. Klimaszewski S.M., Wojciechowski W., Czylok A., Gębicki C., Herczek A., Jasińska J. 1980 a. Zgrupowania wybranych grup pluskwiaków równoskrzydłych (Homoptera) i różnoskrzydłych (Heteroptera) w lasach rejonu huty „Katowice”. *Acta Biologica Silesiana* 6: 22-39.
81. Klimaszewski S.M., Wojciechowski W., Gębicki C., Czylok A., Jasińska J., Głowacka E. 1980 b. Ugrupowania owadów ssących (Homoptera i heteroptera) zbiorowisk trawiastych i zielnych w rejonie huty ‘Katowice’. *Acta Biologica Silesiana* 8:9-21.

82. Klingler J., Powell G., Thompson G.A., Isaacs R. 1998. Phloem specific aphid resistance in *Cucumis melo* line AR 5: effects on feeding behaviour and performance of *Aphis gossypii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*.86: 79-88.
83. Kloft W. 1959. Versuch einer Analyse der trophobiotischen Beziehungen zwischen Ameisen und Aphiden. *Biologisches Zentralblatt*, 78: 863-870.
84. Kobierski L. 1974. Rośliny naczyniowe Garbu Tarnogórskiego na Wyżynie Śląskiej. *Roczn. Muz. Górnosc. w Bytomiu ser. Przyr.* 8: 1-189.
85. Kondracki J. 2001. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa, 440 ss.
86. Krumpal M., Gajdoš P., Klimaszewski S.M. 1982. A novel method for the evaluation of quantitative samplings with the aid of a sweep-net. *Acta Biologica*, Katowice 10: 9-12.
87. Kunkel H., Klot W.J. 1985. Die Honigtauerzeuger des Waldes. *Waldracht und Waldhonig In der Imkerei* (ed. by W.J. Kloft and H. Kunkel). Pp. 48-265. Ehrenwirth, Munich, Germany.
88. Lazar J. 1962. *Gleby województwa katowickiego*. Warszawa, 67 ss.
89. Matuszkiewicz W. 2002. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Vademecum Geobotanicum*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 537 ss.
90. Migula P. 1985. Wrażliwość wybranych gatunków owadów na skażenia powietrza gazami i pyłami przemysłowymi oraz tolerancja przez nie termicznych zmian środowiska. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego nr 765*, Katowice, 115 ss.
91. Minoranskij V.A., Wojciechowski W. 1988. Wpływ spalin transportu samochodowego na liczebność mszycy *Protaphis carlinae* (Narz.), biedronki *Coccinella septempunctata* (L.) i mrówki *Lasius niger* (L.) w strefie przydrożnej. *Acta Biologica Silesiana* 10(27): 21-27.
92. Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland a checklist. *Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków: 442 ss.
93. Mondor E.B., Roitberg B.D., Stadler B. 2002. Cornicle length in Macrosiphini aphids: a comparison of ecological traits. *Ecological Entomology* 27:758-762.
94. Muir D.A. 1959. The ant-aphid-plant relationship in west Dunbartonshire. *Journal of Animal Ecology*. 28;133-140.
95. Müller C.B., Williams I.S., Hardie J. 2001. The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecological Entomology* 26: 330-340.

96. Müller F.P. 1964. Merkmale der in Mitteleuropa an Graminen lebenden Blattläuse (*Homoptera: Aphididae*). Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock. Mathem.-Naturwiss. Rh. 13(2-3): 269-278.
97. Müller F.P. 1976. Mszyce - szkodniki roślin. Terenowy klucz do oznaczania. PAN Inst. Zool.: 199 pp.
98. Nowak T. 1998. Chronione i zagrożone regionalnie gatunki roślin naczyniowych we wschodniej części garbu Tarnogórskiego (Wyżyna Śląska). *Natura Silesiae Superioris*, CDPGŚ, Katowice, 2: 5-15.
99. Nowak T. 2000. Charakterystyka geobotaniczna wschodniej części Garbu Tarnogórskiego cz 1. Historia badań, charakterystyka terenu oraz statystyka flory roślin naczyniowych na tle flor sąsiadujących mezoregionów Wyżyny Śląskiej. *Natura Silesiae Superioris*, CDPGŚ, Katowice, 4: 31-44.
100. Offenberg J. 2001. Balancing between mutualism and exploitation: the symbiotic interaction between *Lasius* ants and aphids. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 49:304-310.
101. Olesiński L., Szelegiewicz H. 1974. Mszyce (Homoptera, Aphidodea) okolic Chrzanowa. *Fragmenta Faunistica* 19(12): 319-347.
102. Osiadacz B. 2007. Mszyce (Aphidinea, Hemiptera) Ojcowskiego Parku Narodowego – struktura i geneza fauny. Praca doktorska. Uniwersytet Śląski w Katowicach: 160 ss.
103. Osiadacz B., Wieczorek K. 2003. Mszyce (Hemiptera: Aphidoidea) wybranych parków Bytomia. *Acta entomologica silesiana* 11(1-2): 39-46.
104. Philips I.D., Willis C.K.R. 2005. Defensive behavior of ants in a mutualistic relationship with aphids. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 59: 321-325.
105. Pielou E.C. 1975. Ecological diversity. New York.
106. Pisarski B., Czechowski W. 1991. Ant communities (*Hymenoptera, Formicoidea*) of moist and wet deciduous forests of Central Europe. *Fragmenta Faunistica* 35(10): 167-172.
107. Płachta J., Klimaszewski S.M., Wojciechowski W. 1996. Aphid groupings (Homoptera, Aphidodea) in *Dicrano-Pinion* coniferous forests of the Pomorze Lake District. *Acta Biologica Silesiana* 29(46): 66-82.
108. Pontin A.J. 1978. The numbers and distribution of subterranean aphids and their exploitation by the ant *Lasius flavus* (Fabr.). *Ecological Entomology* 3, 203-207.
109. Radchenko A., Czechowska W., Czechowski W. 2004. Mrówki – Formicidae. Klucze do oznaczania owadów Polski XXIV: 63.

110. Radchenko A., Czechowska W., Czechowski W., Siedlar E. 1999. *Lasius niger* (L.) and *Lasius platythorax* Seifert (Hymenoptera, Formicidae) – a revolution in polish myrmecological faunistics and zoocoenology? *Fragmenta Faunistica* 42(10): 103-113.
111. Rana J.S., Dixon A.F.G., Jarošík V. 2002. Costs and benefits of prey specialization in a generalist insect predator. *Journal of Animal Ecology*. 71:15-22.
112. Rauch G., Simon J.C., Cheubert B., Haack L., Flatt T., Weisser W.W. 2002. The influence of ant-attendance on aphid behaviour investigated with the electrical penetration graph technique. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 102:13-20.
113. Razowski J. (red.). 1990. Wykaz zwierząt Polski I. Ossolineum, Wrocław, 106-118.
114. Remaudiere G., Remaudiere M. 1997. Catalogue of the world's Aphididae (Homoptera, Aphidoidea). INRA Editions, Versailles: 473 ss.
115. Rostafiński J., Siedl O. 1972. Przewodnik do oznaczania roślin. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
116. Ruszkowska M. 1990. Możliwości występowania różnych form biologicznych mszycy czeremchowo-zbożowej w Polsce. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 392: 265-269.
117. Ruszkowska M. 2007. Across the transformation life cycle of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphidoidea): coevolution with temperature. *Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin, Poznań*, 60 ss.
118. Ruszkowska M., Strażyński P. 2007. Mszyce na oziminach. *Instytut Ochrony Roślin, Poznań*, 23 ss.
119. Sakata H. 1999. Indirect interactions between two aphid species in relation to ant attendance. *Ecological Research* 14: 329-340.
120. Sakata H., Hashimoto Y. 2000. Should aphids attract or repel ants? Effect of rival aphids and extrafloral nectaries on ant-aphid interactions. *Popul. Ecol.* 42:171-178.
121. Seifert B. 1991. *Lasius platythorax* n. sp., a widespread sibling species of *Lasius niger* (Hymenoptera: Formicidae). *Entomol. Gen.* 16:69-81.
122. Sendek A. 1981. Analiza antropogenicznych przemian w szacie roślinnej GOP. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego nr 457*, 119 ss.
123. Shannon C.E., Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Of Illinois Press. Urban. 127 ss.

124. Shingleton A.W., Stern D.L., Foster W.A. 2005. The origin of a mutualism: a morphological trait promoting the evolution of ant-aphid mutualisms. *Evolution* 59(4): 921-926.
125. Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688-691.
126. Smith J.P., Schowalter T.D. 2001. Aphid-induced reduction of shoot and root growth in Douglas-fir seedlings. *Ecological Entomology* 26:411-416.
127. Stadler B. 2002. Determinants of size of aphid-parasitoid assemblages. *Journal of Applied Entomology* 126:258-264.
128. Stadler B., Dixon A.F.G. 1998. Why obligate mutualistic interactions between aphids and ants are so rare? In *Aphids in natural and managed ecosystems* (Nieto Nafria J.M. & Dixon A.F.G. eds.) pages 271-278.
129. Stadler B., Dixon A.F.G. 1999. Ant attendance in aphids: why different degrees of myrmecophily? *Ecological Entomology* 24:363-369.
130. Stadler B., Dixon A.F.G. 2005. Ecology and Evolution of Aphid-Ant interactions. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36: 345-372.
131. Stadler B., Dixon A.F.G., Kindlmann P. 2002. Relative fitness of aphids: effects of plant quality and ants. *Ecology Letters* 5: 216-222.
132. Stadler B., Kindlmann P., Šmilauer P., Fiedler K. 2003. A comparative analysis of morphological and ecological characters of European aphids and lycaenids in relation to ant attendance. *Oecologia* 135: 422-430.
133. Stary P. 1966. Aphid parasites (Hymenoptera, Aphidiidae) and their relationship to aphid-attending ants, with respect to biological control. *Insectes Sociaux* 13: 185-202.
134. Sudd J.H. 1987. Ant aphid mutualism. w: Minks, A.K. Harrewijn, P. (eds) *Aphids: their biology, natural enemies and control*. Vol. 2A. Elsevier, Amsterdam. pp. 355-365.
135. Sudd J.H., Sudd M.E. 1983. Seasonal changes in the response of wood-ants (*Formica lugubris*) to sucrose baits. *Ecol. Entomol.* 10: 89-97.
136. Szelegiewicz H. 1959. Jak zbierać i konserwować mszyce dla celów naukowych? *Polskie Pismo Entomologiczne* (Ser. B) 1-2(13-14): 77-80.
137. Szelegiewicz H. 1963. Blattläuse (Homoptera, Aphidodea) aus der Mongolei. *Annls zool.* Warszawa, 21: 109-142.
138. Szelegiewicz H. 1964. Mszyce (Homoptera, Aphididae) Doliny Nidy. *Fragmenta Faunistica* 11(15): 233-253.
139. Szelegiewicz H. 1966. Ergänzungen zur blattlaus-fauna (Homoptera, Aphididae) von Ungarn. *Acta zool. hung.* 12: 181-192.

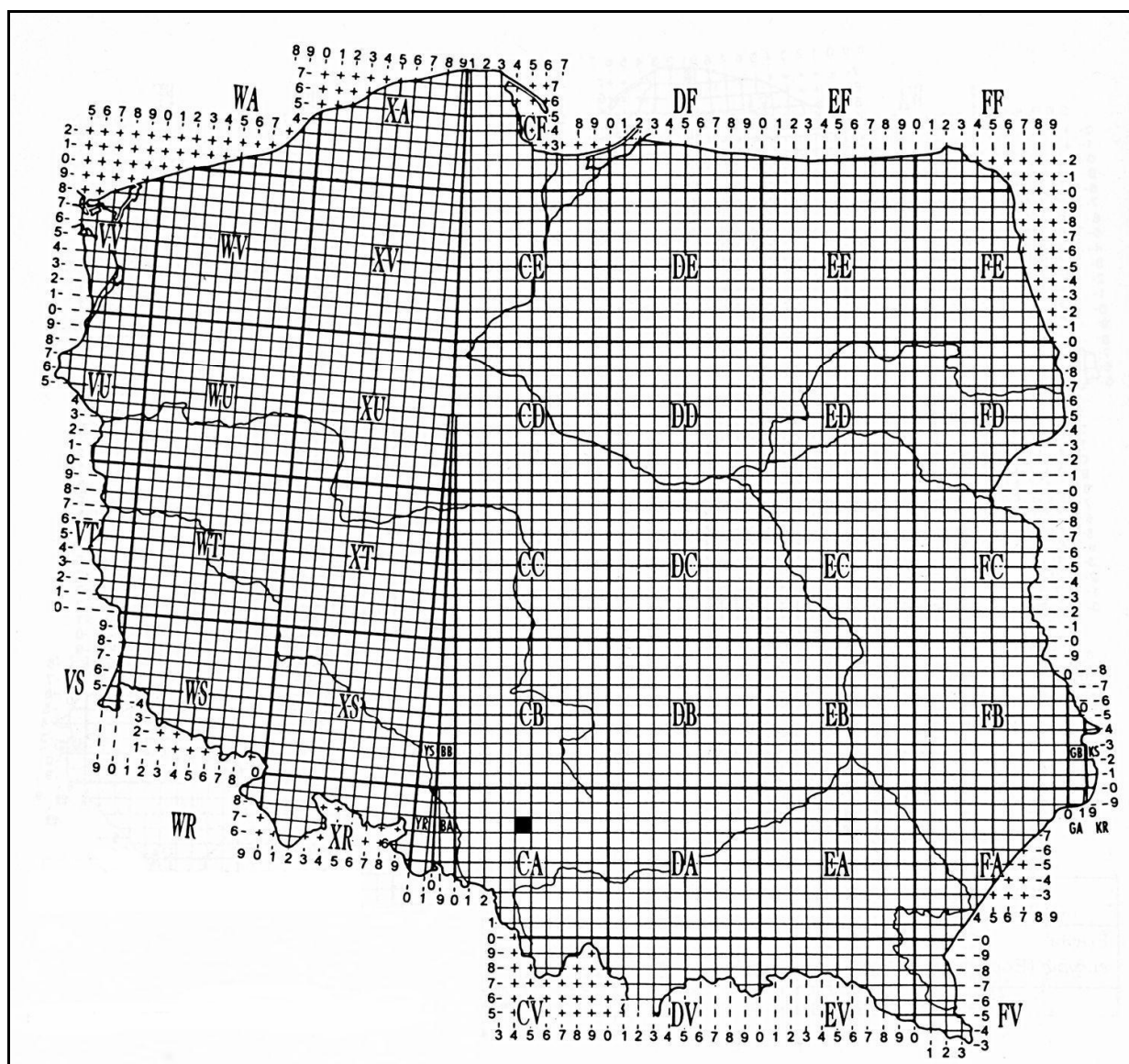
140. Szelegiewicz H. 1968 a. Mszyce – *Aphidodea*. w: Katalog fauny Polski. Warszawa. T.XXI, 4:1-316.
141. Szelegiewicz H. 1968 b. Faunistische Übersicht der Aphidoidea (Homoptera) von Ungarn *Fragmenta Faunistica* 15: 57-98.
142. Szelegiewicz H. 1974 a. Mszyce okolic Chrzanowa. *Fragmenta Faunistica* 19(12):
143. Szelegiewicz H. 1974 b. Materiały do poznania mszyc (Homoptera, Aphidoidea) Polski II. Rodzina Chaitophoridae. *Fragment Faunistica* 19(11): 285-315.
144. Szelegiewicz H. 1974 c. Mszyce (Homoptera, Aphidodea) Mierzei Wiślanej ze szczególnym uwzględnieniem wydmy nadmorskich. *Fragmenta Faunistica* 19(13): 349-393.
145. Szelegiewicz H. 1975. Materiały do fauny mszyc (*Homoptera, Aphidodea*) Pojezierza Mazurskiego. *Fragmenta Faunistica* 20(10): 143-155.
146. Szelegiewicz H. 1978 a. *Homoptera – Aphidodea*. Klucze do oznaczania owadów Polski. XVII:5a.
147. Szelegiewicz H. 1978 b. Przemiany w faunie mszyc Polski w latach 1956-1976. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 208: 113-125.
148. Szelegiewicz H. 1978 c. Różnorodność (heteroecja) u mszyc, jej pochodzenie i ewolucja. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 208: 19-31.
149. Szelegiewicz H. 1981. Materiały do poznania kserotermofilnych mszyc Wyżyny małopolskiej (Homoptera, Aphidoidea). *Fragmenta Faunistica* 25: 423-434.
150. Szelegiewicz H. 1985. *Homoptera – Aphidodea*. Klucze do oznaczania owadów Polski. XVII:5b.
151. Trojan P. 1992. Analiza struktury fauny. *Memorabilia Zool.* 47: 1-120.
152. Trojan P. 1994. The shaping of the diversity of invertebrate species In the Urban greek spacer of Warswa. *Memorabilia Zool.* 49: 167-173.
153. Trojan P. 1996. Ocena mozaikowatości środowiska przez analizę dyskryminacyjną rozkładów liczebności gatunków. VI Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych – Jedlnia, MiIZ PAN, Warszawa, ss 19-28.
154. Trojan P. 1997. Distribution pattern of Diachlorini s. str. (Diptera: Tabanidae). *Fragmenta Faunistica* 40(6): 59-71.
155. Trojan P. 1998. Nowe perspektywy w badaniach entomofaunistycznych. *Wiadomości entomologiczne* 17:137-155.
156. Trojan P. 2000. Wyznaczanie gatunków owadów zagrożonych wyginięciem. *Wiadomości entomologiczne* 18(2): 221-232.



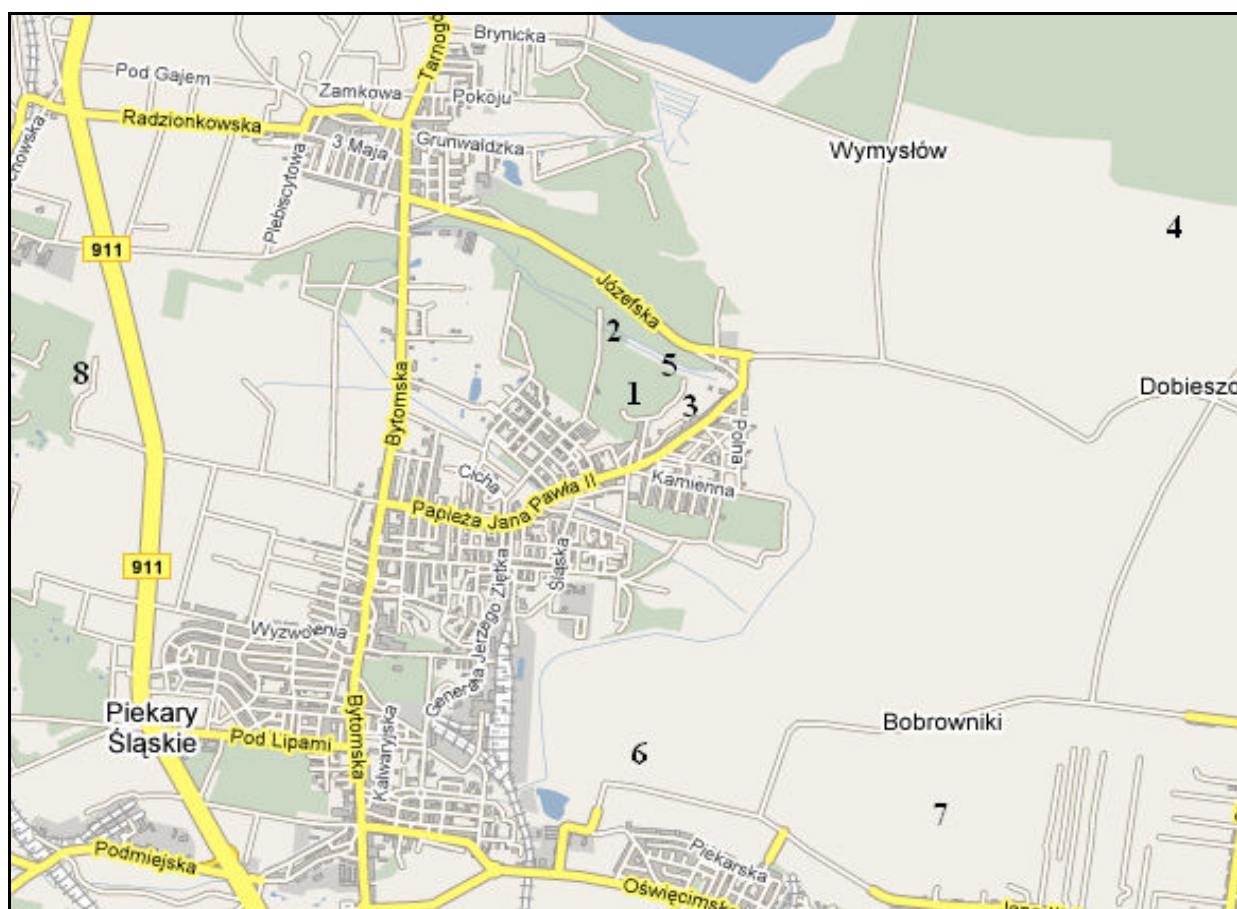
157. Trojan P., Górská D., Wegner E. 1982. Processes of synanthropization of competitive animal associations. *Memorabilia Zoologia* 37:125-135.
158. Trojan P., Smoleński M. 2002. Ocena różnorodności gatunkowej w założonych układach ekologicznych. W: Banaszak G. (red.) Wyspy środowiskowe, bioróżnorodność i próby topologii. Akademia Bydgoska im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, 261-273.
159. Trojan P. 1975. Ekologia ogólna. PWN, Warszawa, 419 ss.
160. Vaz Nunes M., Hardie J. 2000. On critical night lengths and temperature compensation In the photoperiodic response of two geographical clones of the black bean aphid *Aphis fabae*. *Physiological Entomology* 25: 303-308.
161. Völkl W. 1992. Aphids or their parasitoids: who actually benefits from ant-attendance? *Journal of Animal ecology* 61: 273-281.
162. Völkl W., Mackauer M. 1993. Interactions between ants attending *Aphis fabae* ssp. *Cirsiiacanthoidis* on thistles and foraging parasitoid wasps. *Journal of Insect Behavior* 6(3): 301-312.
163. Völkl W., Woodring J., Fischer M., Lorenz M.W., Hoffmann K.H. 1999. Ant-aphid mutualisms: the impact of honeydew production and honeydew sugar composition on ant preferences. *Oecologia* 118: 483-491.
164. Wäckers F.L. 2000. Do oligosaccharides reduce the suitability of honeydew for predators and parasitoids? A further facet to the function of insect-synthesized honeydew sugars. *Oikos* 90(1): 197-201.
165. Way M.J. 1963. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Annual Review of Entomology*. 8: 307-344.
166. Węgierek M., Węgierek P. 2003. Mszyce troficznie związane z brzożami na terenie Polski. *Acta entomologica silesiana* 11: 75-95.
167. Wheeler W.M. 1910. Ants, their structure, development and behavior. Columbia University Press, New York, s.339-360.
168. Wieczorek K. 2007. The faunistic review of the Polish species of the subfamily Chaitophorinae (Hemiptera, Aphidoidea). Part 2: tribe Atheroidini. *Acta entomologica silesiana* 14-15: 21-27.
169. Wika S., Błońska A., Turula G. 1999. Zarośla śródpolne Płaskowyżu Twardowickiego. *Natura Silesiae Superioris*, CDPGŚ, Katowice, 3: 61-75.
170. Wojciechowski W. 2003. A monograph of the Palaearctic Pterocommatinae. Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego nr 2153, Katowice, 143 ss.

171. Wojciechowski W., Hałaj R., Kołodziej B. 1989. Mszyce (Homoptera, Aphidomorpha) Pustyni Błędowskiej. *Acta Biologica Silesiana* 13(30): 31-43.
172. Wojciechowski W., Minoranskij V., Kocot G. 1991. Aphids (Aphidinea) as bioindicators of the environmental condition within the zone of emission of the zinc-smelting works „Miasteczko Śląskie”. *Acta Biologica Silesiana* 18(35): 75-83.
173. Wojciechowski W., Woźnica A.J. 1989. Mszyce (Homoptera, Aphidomorpha) Sudetów Środkowych. *Acta Biologica Silesiana* 13(30): 43-62.
174. Yao I., Akimoto S. 2001. Ant attendance changes the sugar composition of the honeydew of the drepanosiphid aphid *Tuberculatus quercicola*. *Oecologia* 128: 36-43.
175. Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szeląg Z., Wołek J., Korzeniak U. 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. W.Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków: 1-183.
176. Zwölfer H. 1958. Zur Systematik, Biologie und Oekologie unterirdisch lebender Aphiden (Homoptera; Aphidoidea). III. – *Z. angew. Ent.* 42:2.

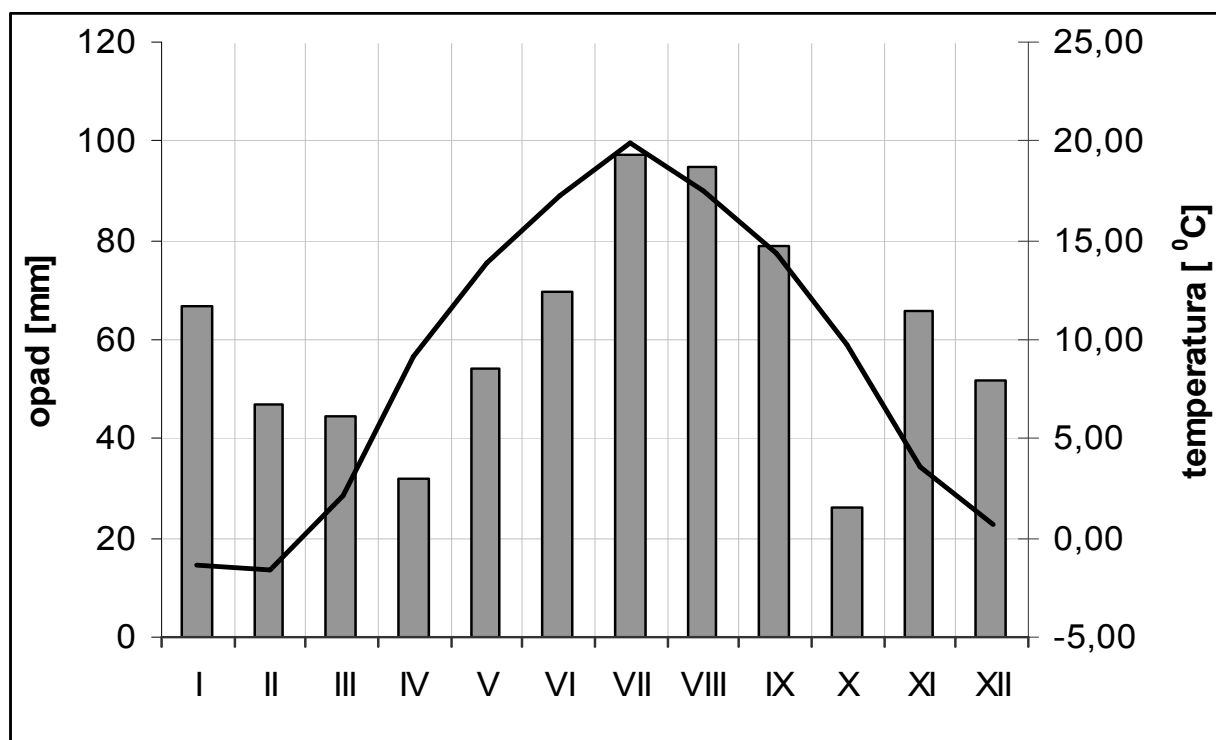
Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań w systemie UTM (CA 58).



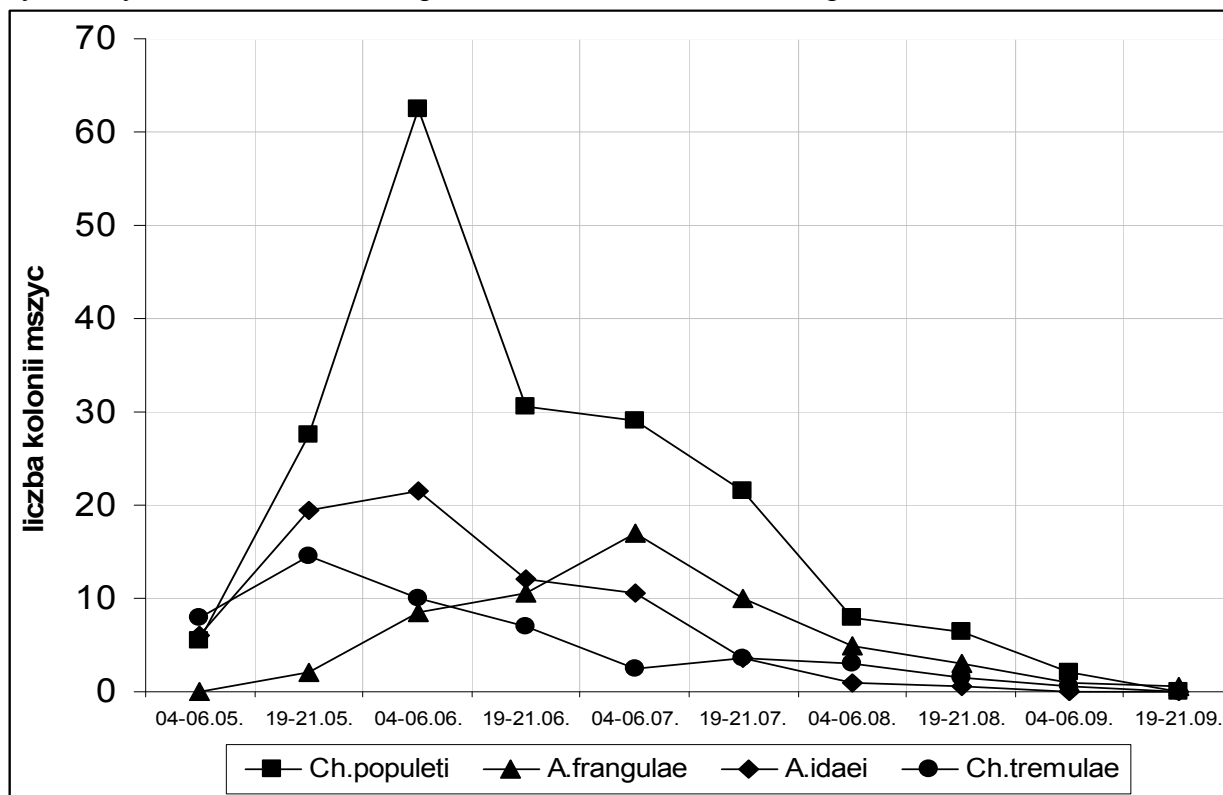
Ryc. 2. Lokalizacja powierzchni badawczych.



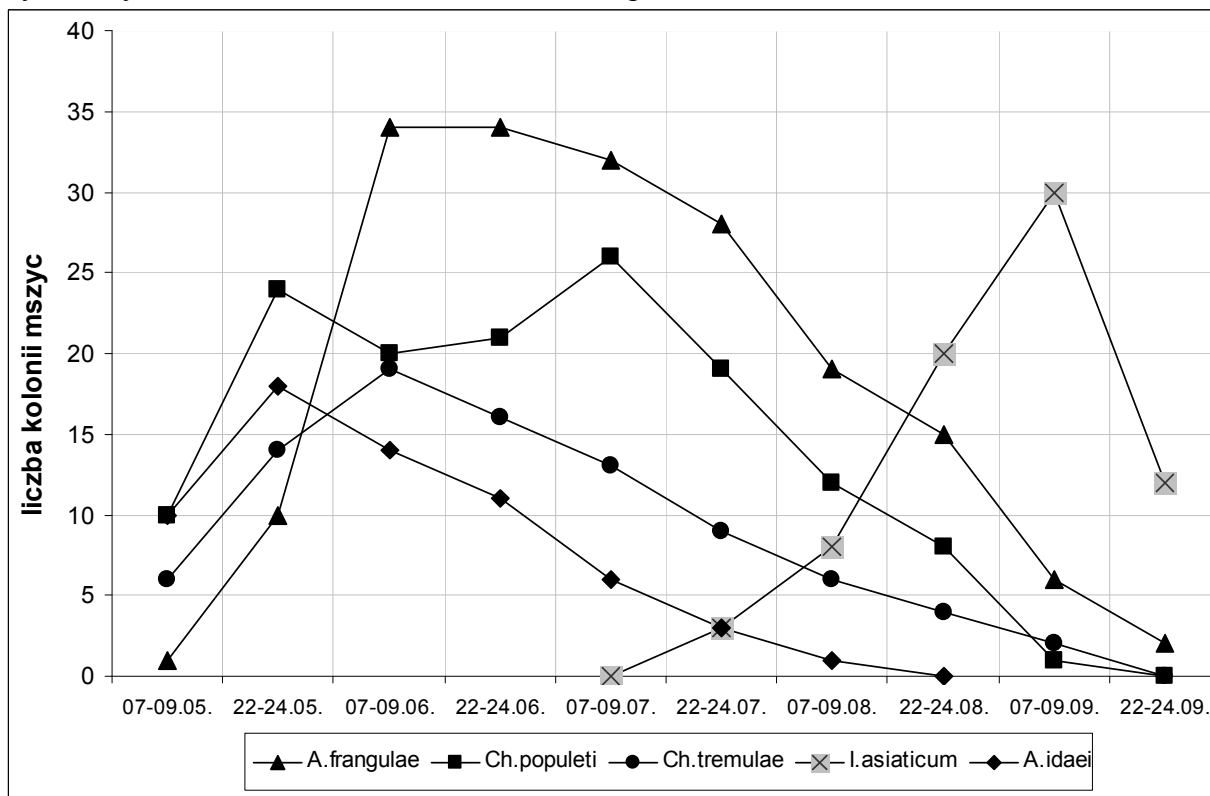
Ryc. 3. Warunki klimatyczne obszaru badań w okresie badawczym – średnia miesięczna temperatura i średnia miesięczna suma opadów.



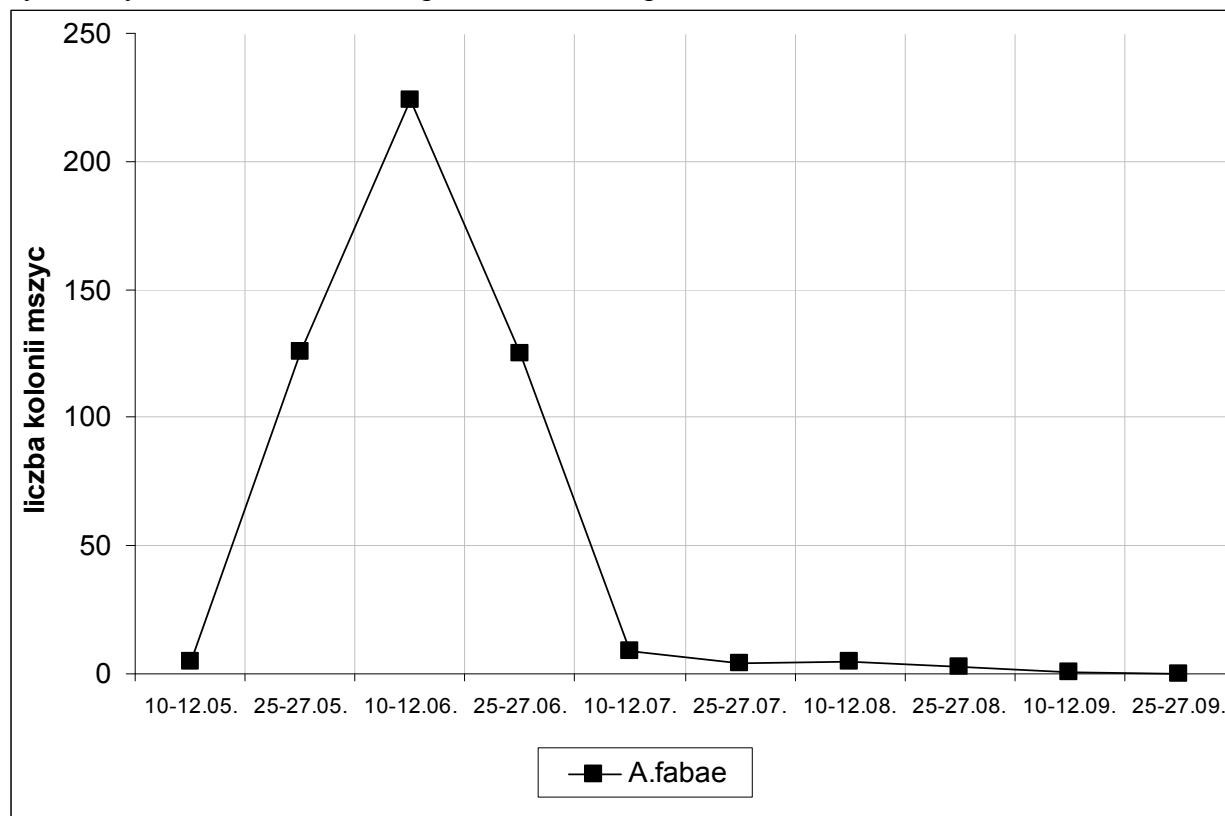
Ryc. 4. Dynamika liczebności superdominanta i dominantów na powierzchni 1.



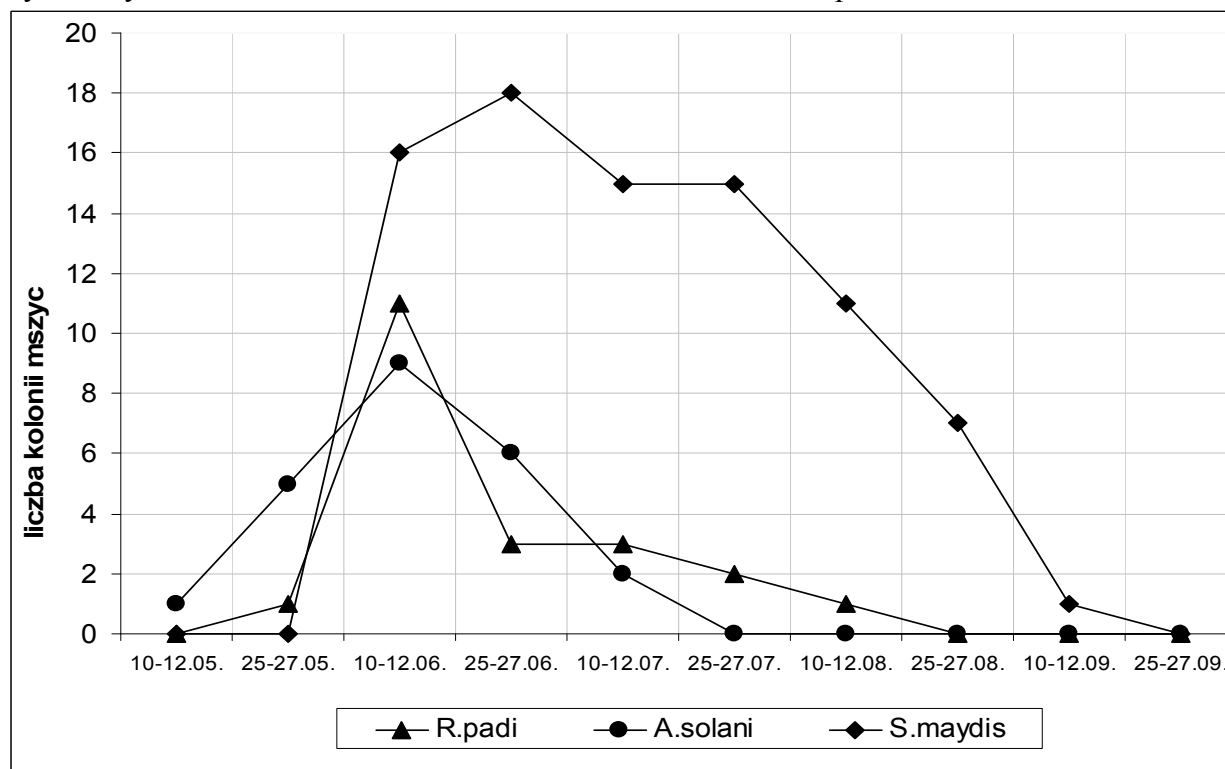
Ryc. 5. Dynamika liczebności eudominantów na powierzchni 2.



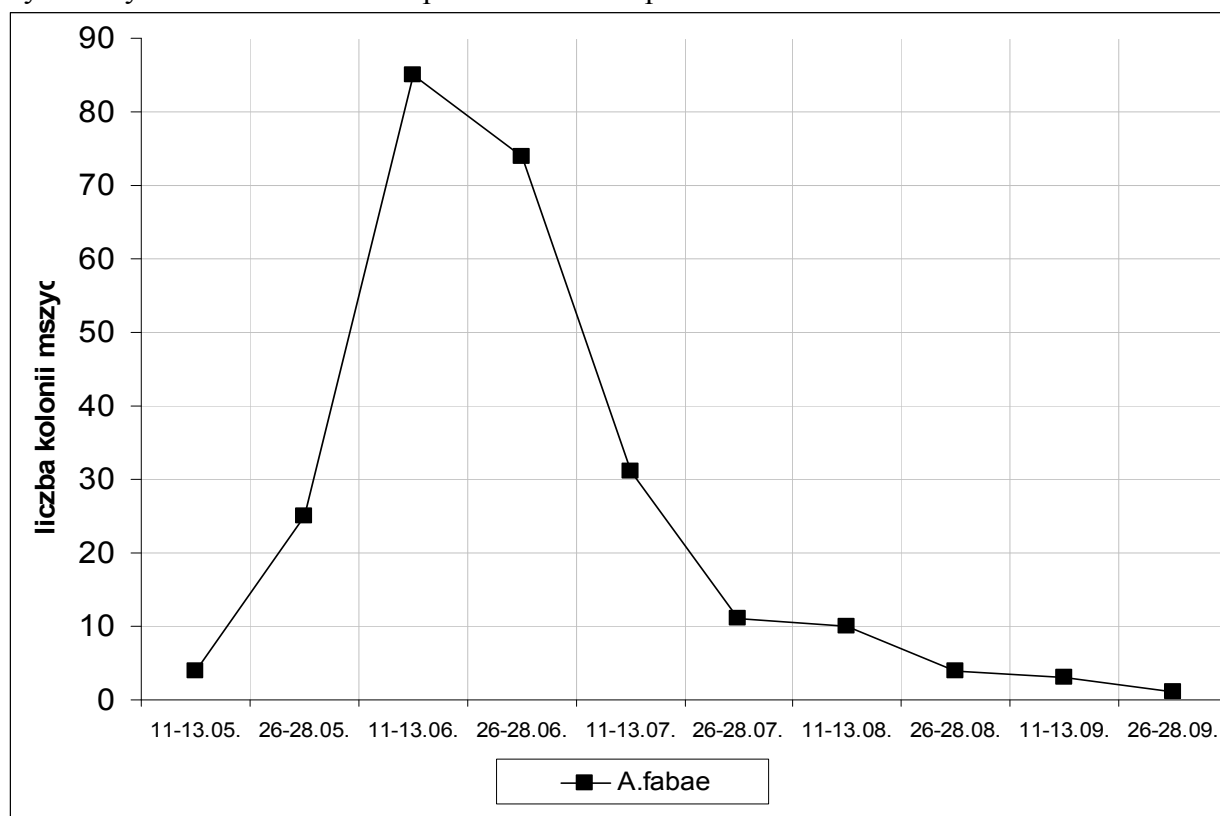
Ryc. 6. Dynamika liczebności superdominanta na powierzchni 3.



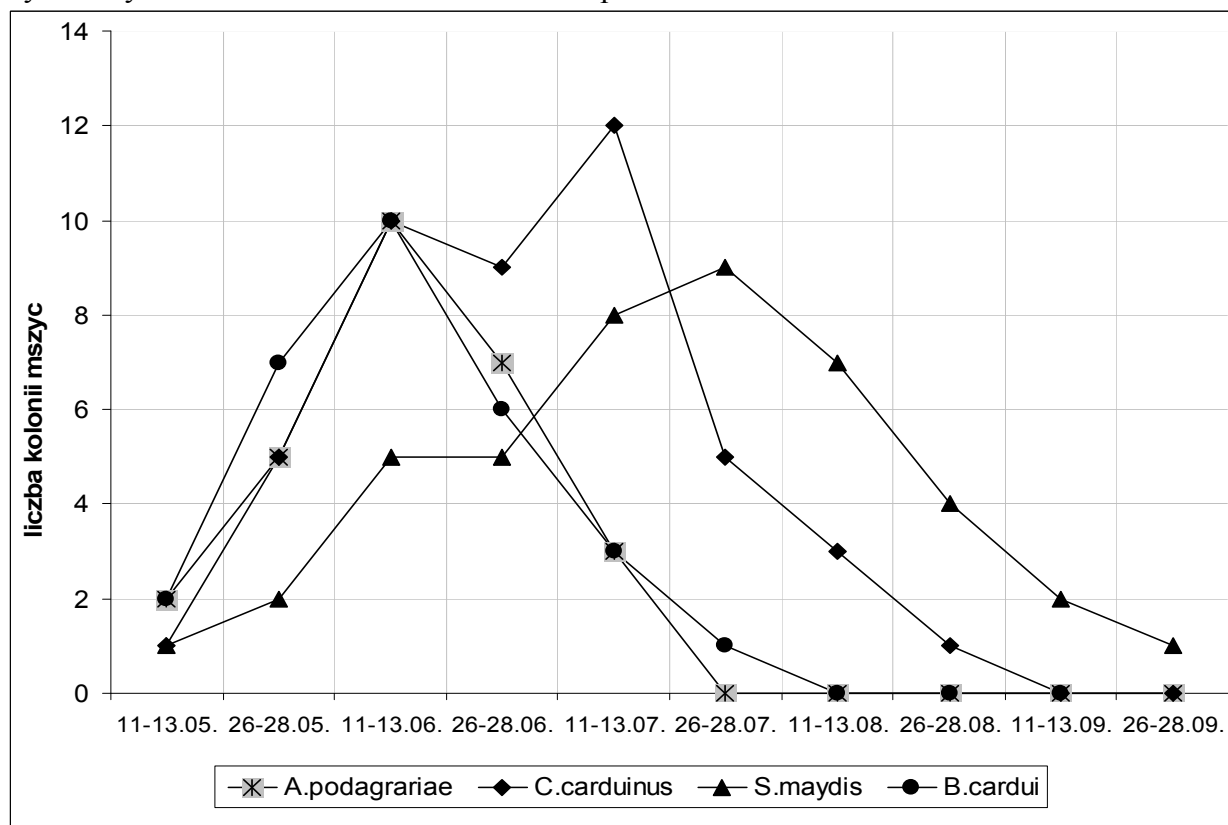
Ryc. 7. Dynamika liczebności eudominanta i subdominantów na powierzchni 3.



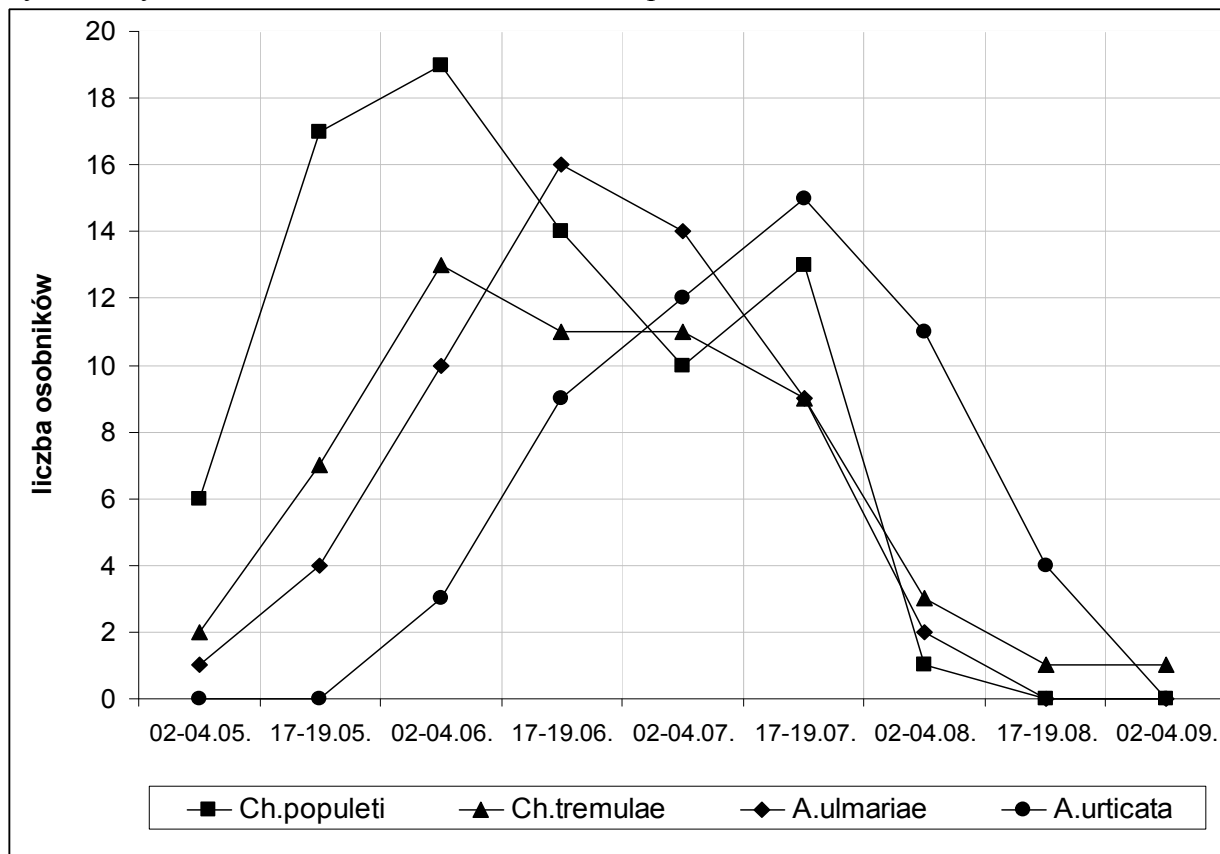
Ryc. 8. Dynamika liczebności superdominanta na powierzchni 4.



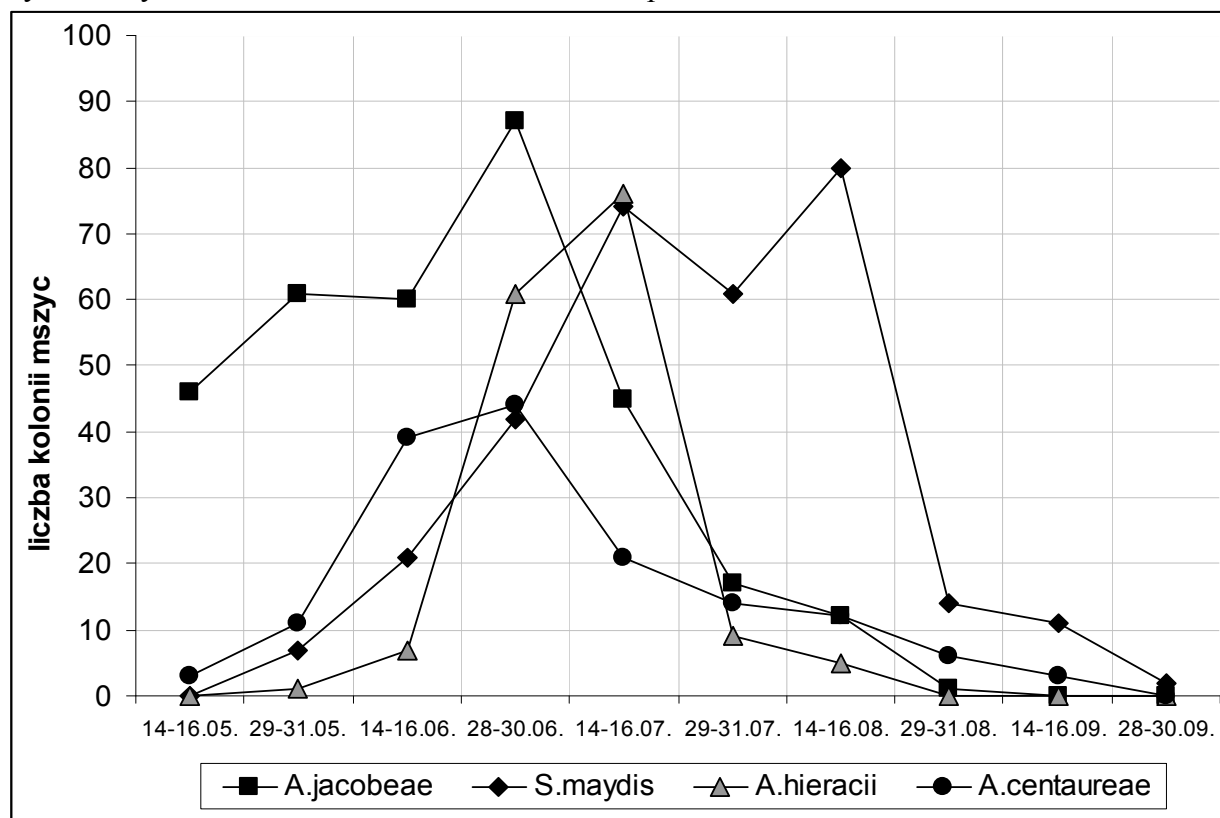
Ryc. 9. Dynamika liczebności dominantów na powierzchni.4.



Ryc. 10. Dynamika liczebności eudominantów na powierzchni 5.

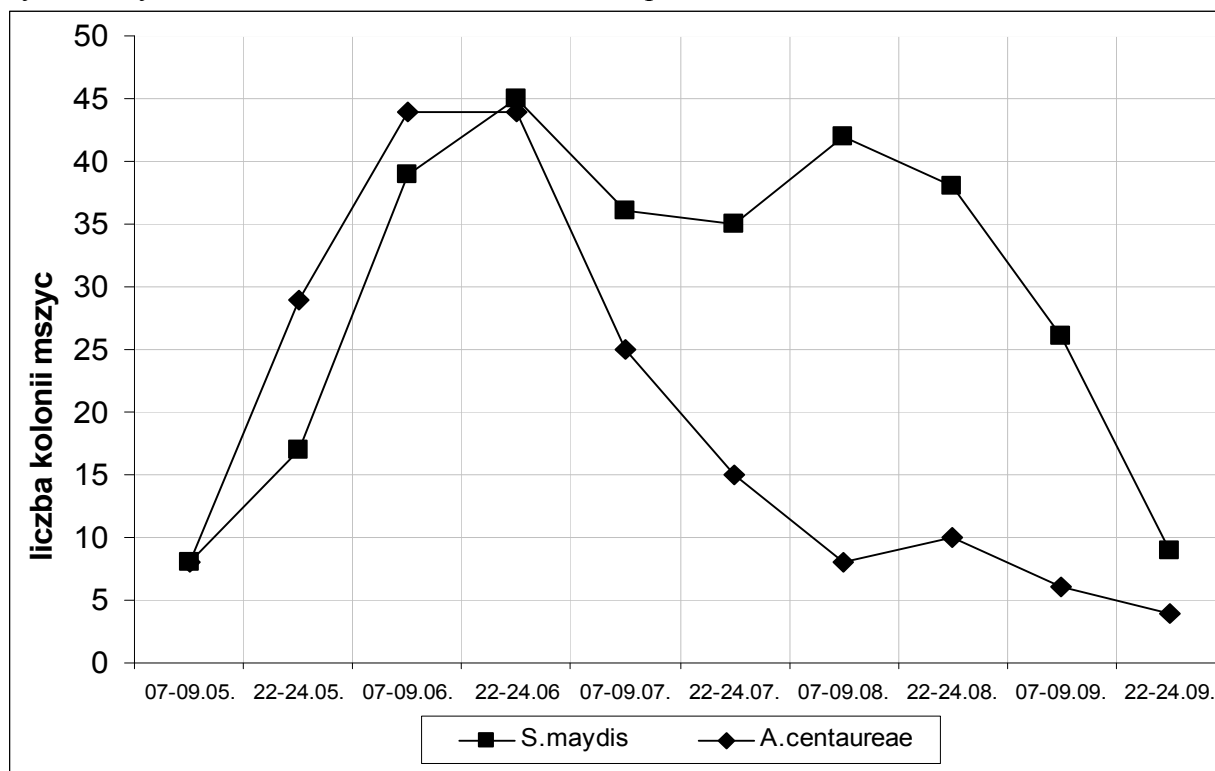


Ryc. 11. Dynamika liczebności eudominantów na powierzchni 6.

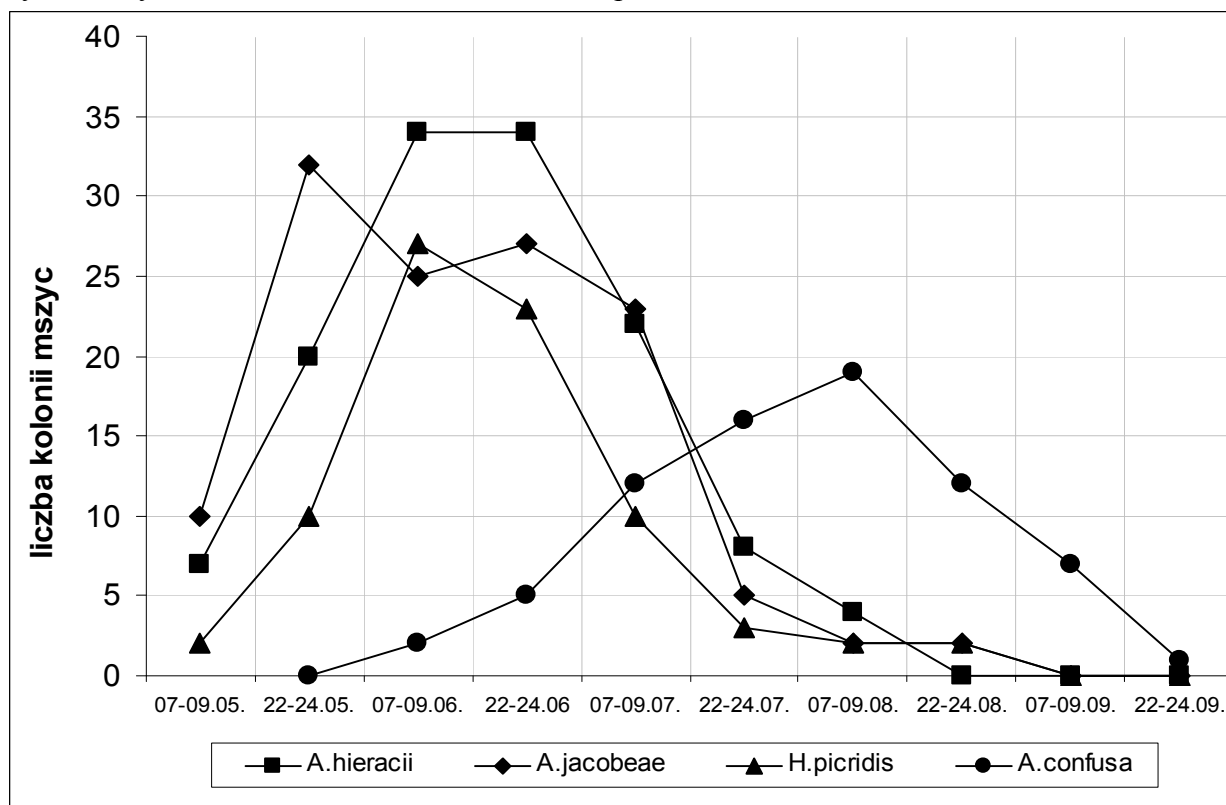




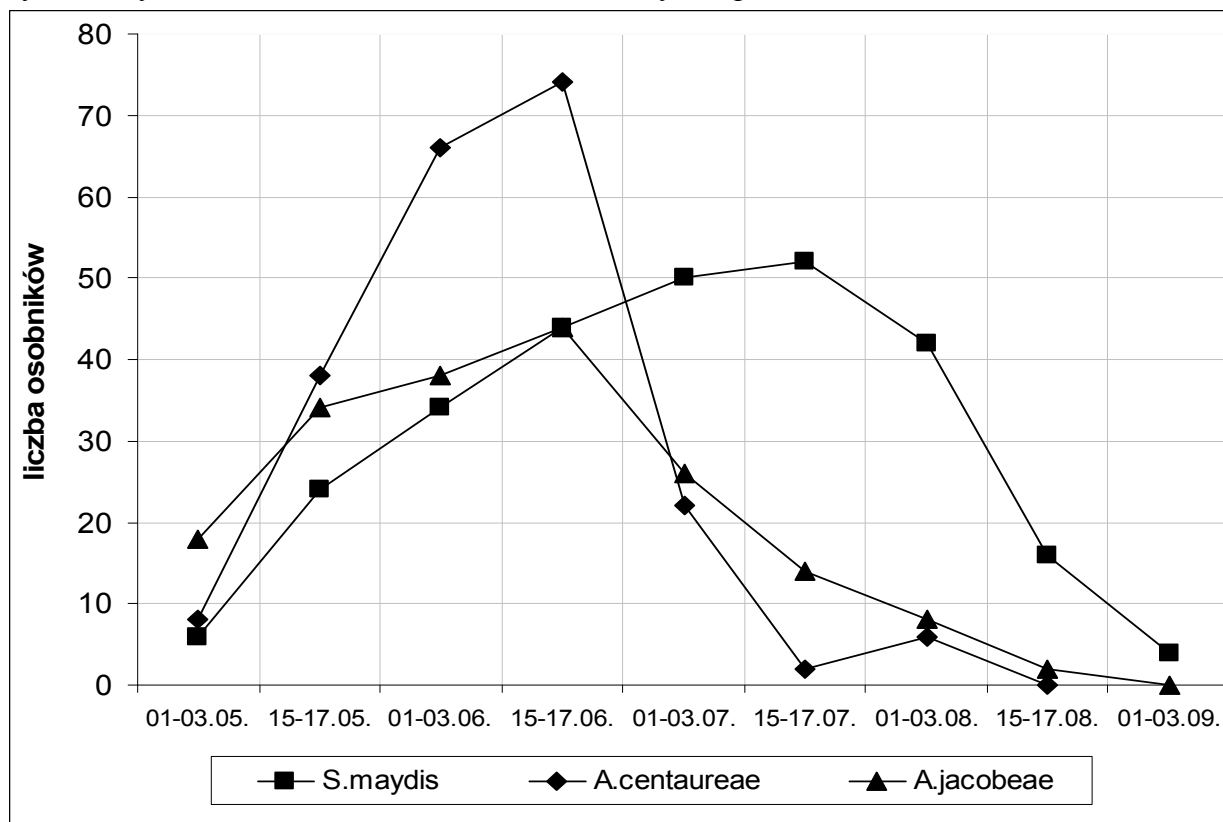
Ryc. 12. Dynamika liczebności eudominantów na powierzchni 7.



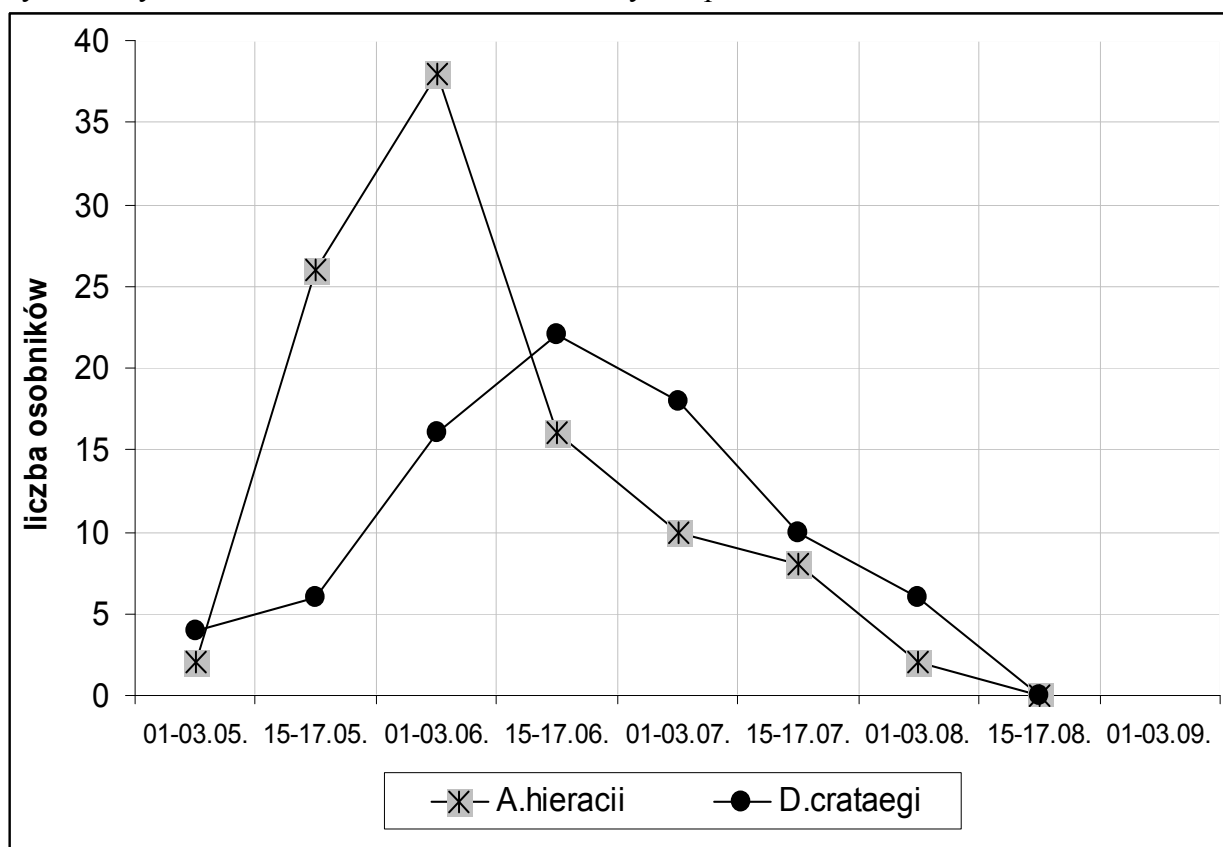
Ryc. 13. Dynamika liczebności dominantów na powierzchni 7.



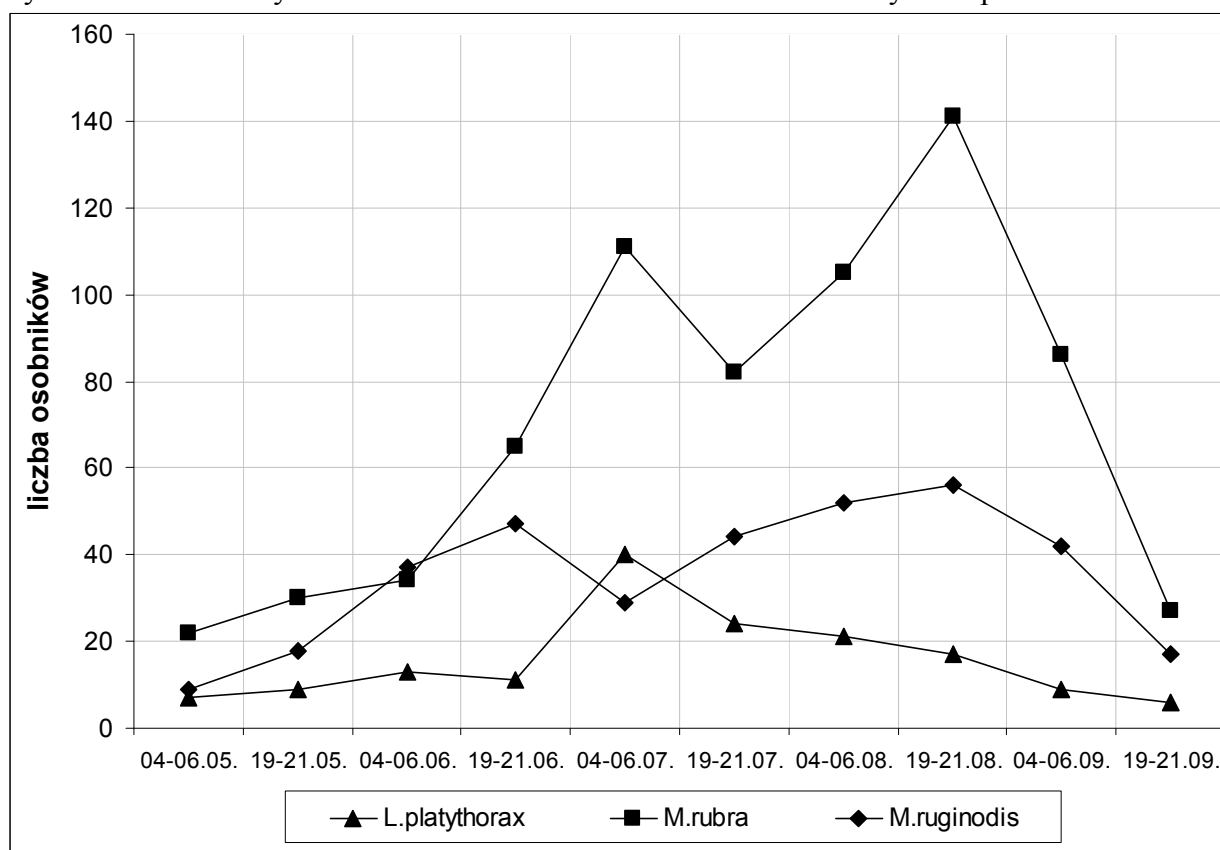
Ryc. 14. Dynamika liczebności eudominantów mszyc na powierzchni 8.



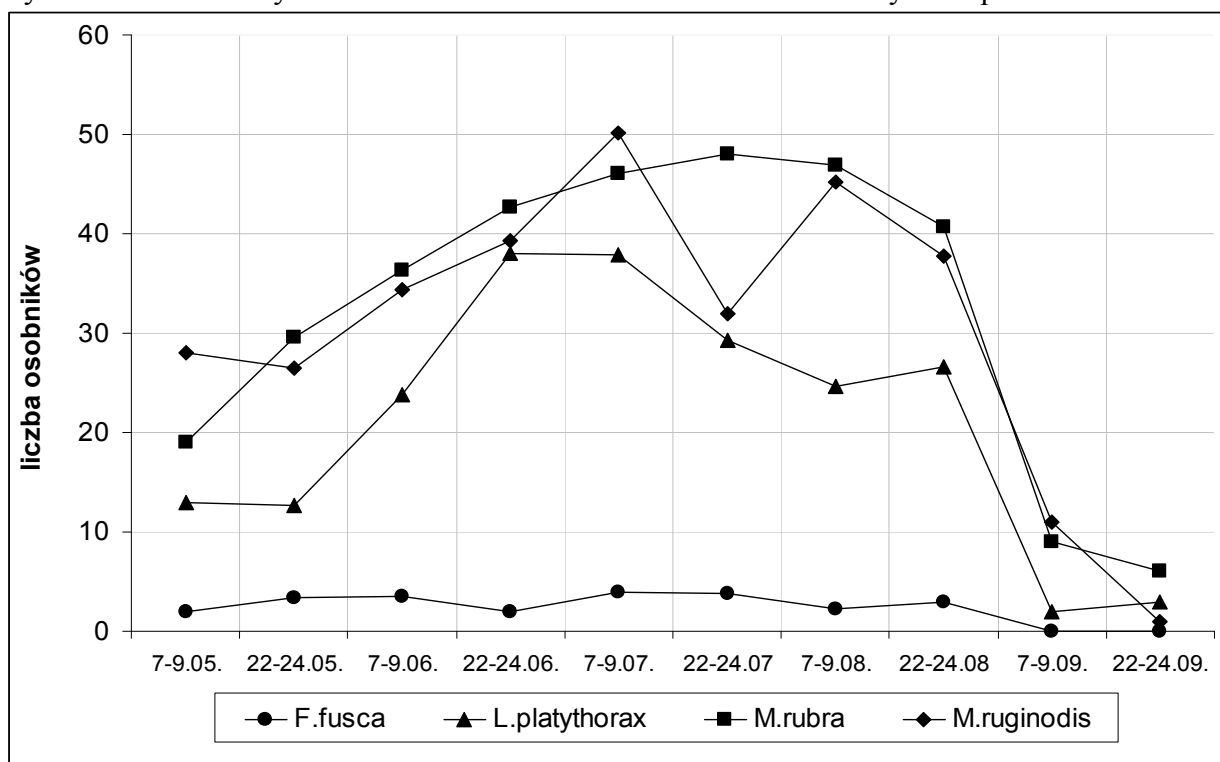
Ryc. 15. Dynamika liczebności dominantów mszyc na powierzchni 8.



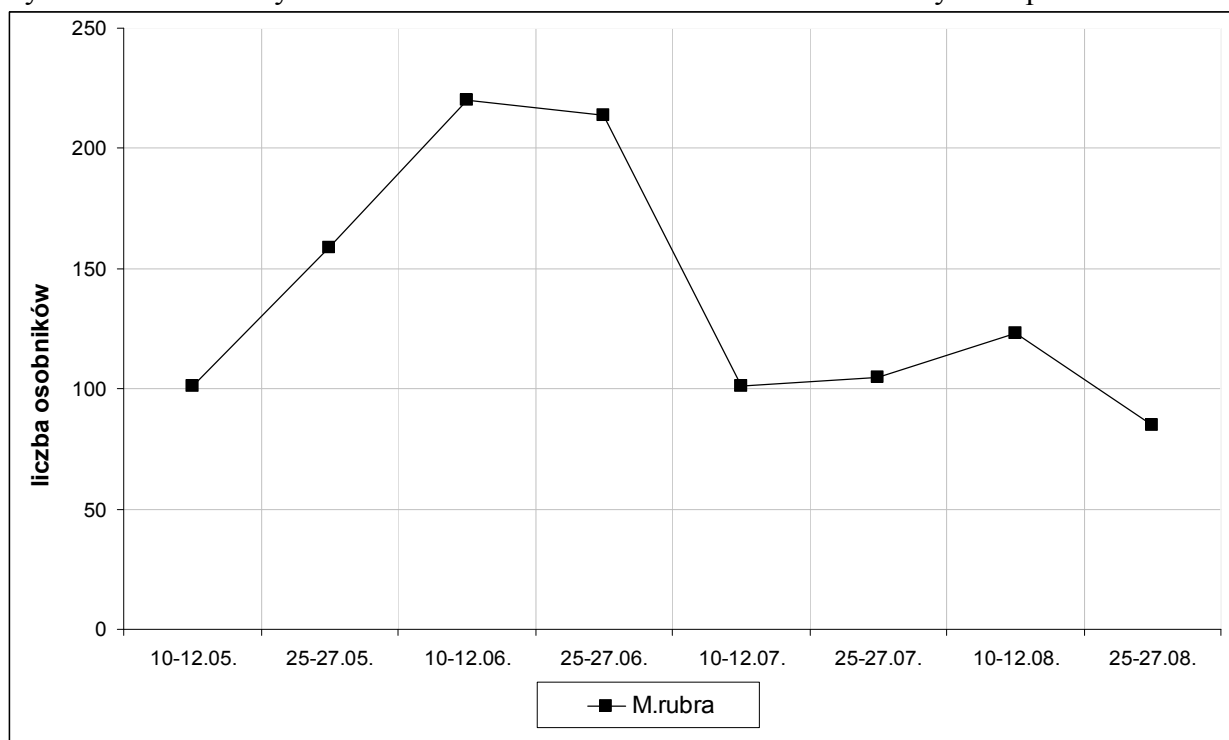
Ryc. 16. Sezonowa dynamika liczebności robotnic mrówek odławianych na powierzchni 1.



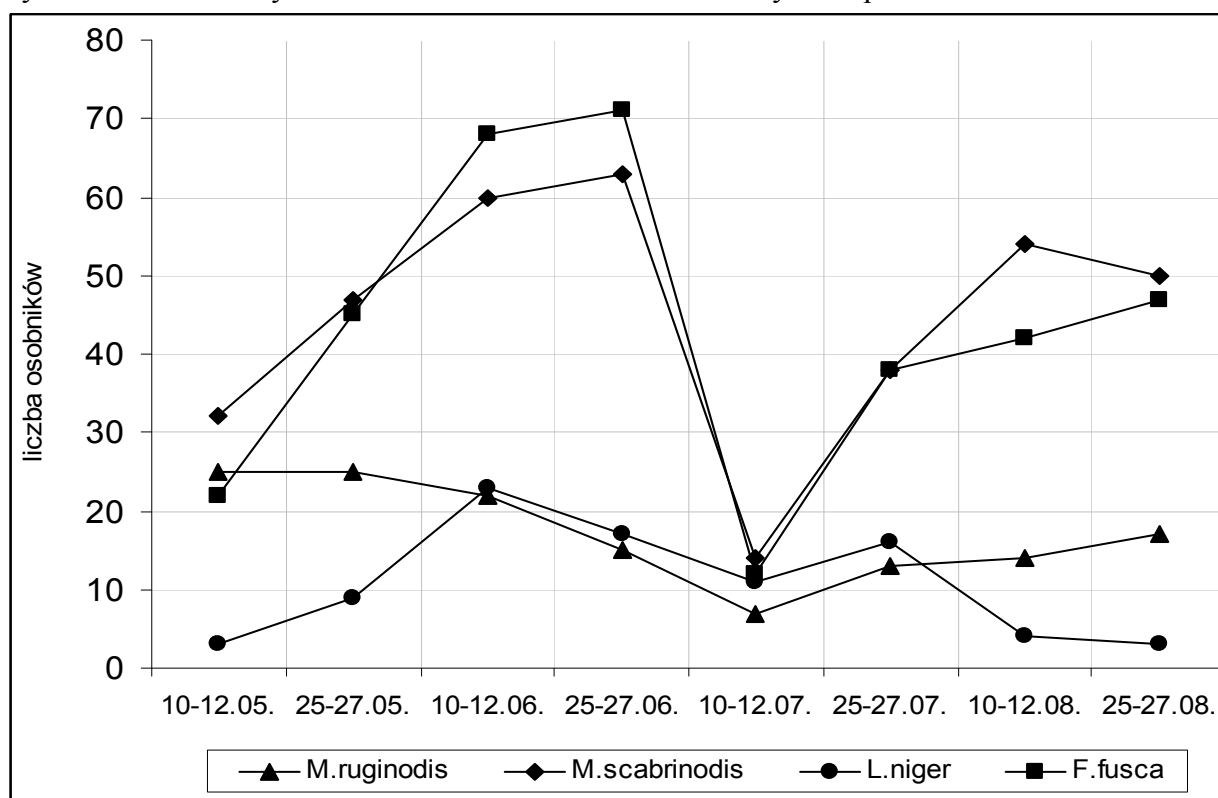
Ryc. 17. Sezonowa dynamika liczebności robotnic mrówek odławianych na powierzchni 2.



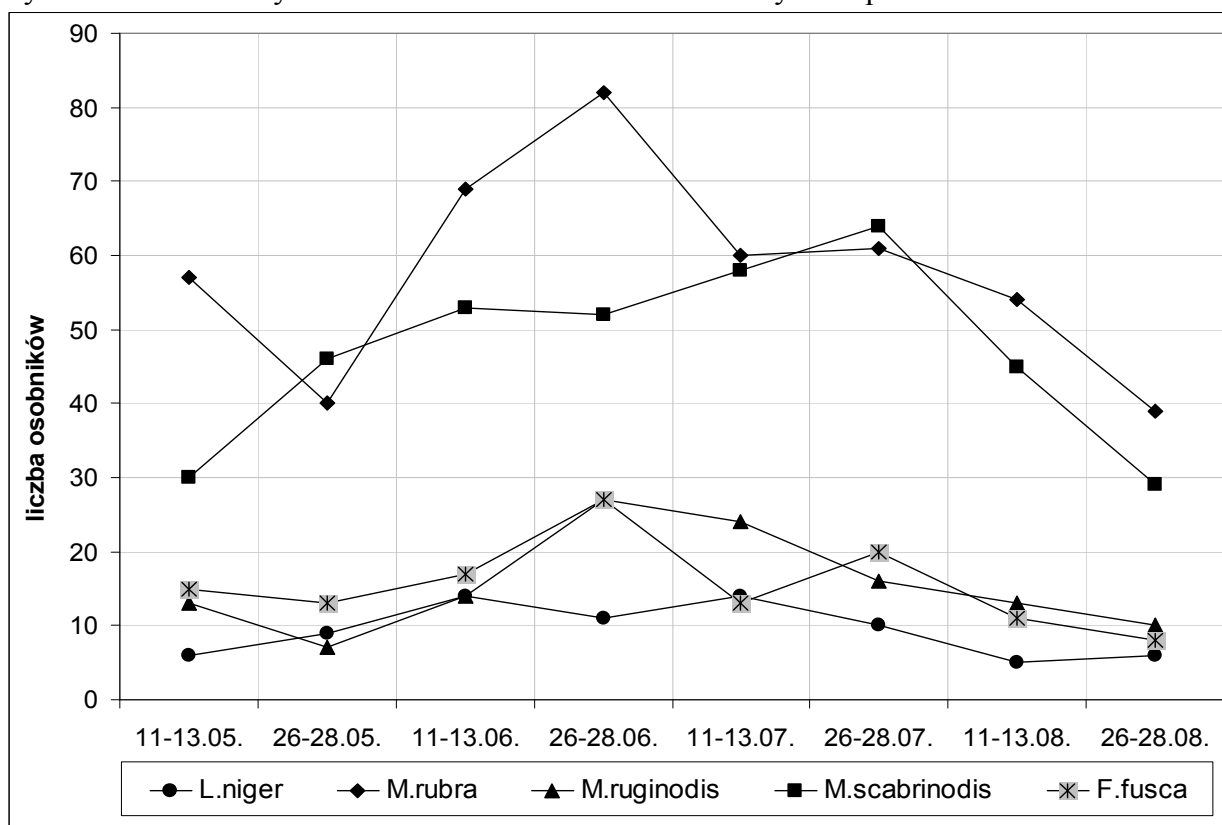
Ryc. 18. Sezonowa dynamika liczebności osobników *M. rubra* odławianych na powierzchni 3.



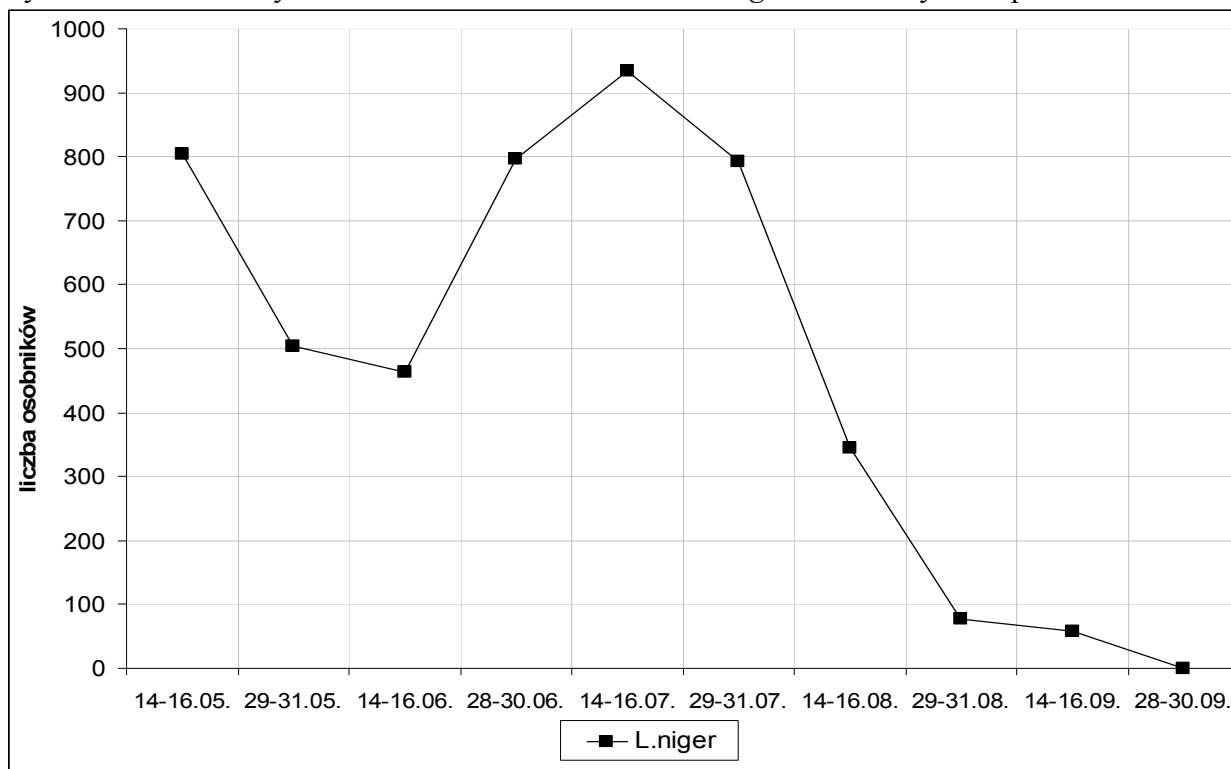
Ryc. 19. Sezonowa dynamika liczebności mrówek odławianych na powierzchni 3.



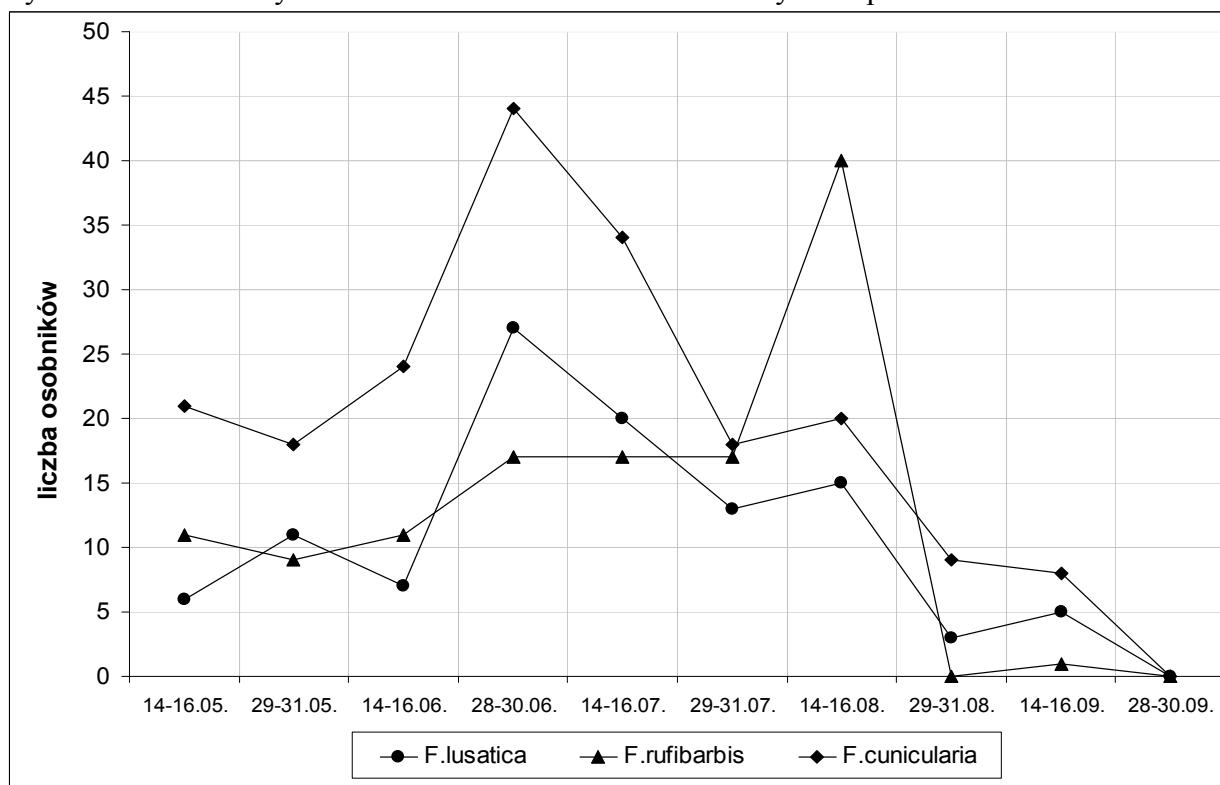
Ryc. 20. Sezonowa dynamika liczebności mrówek odławianych na powierzchni 4.



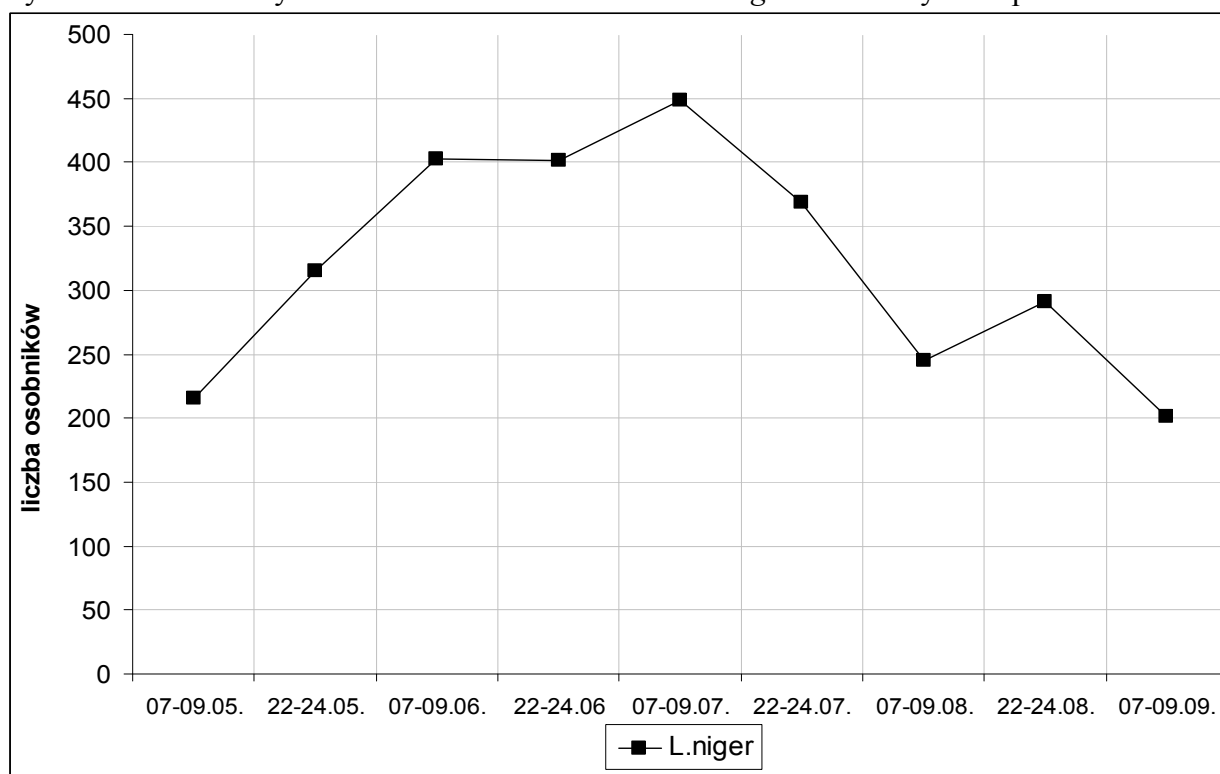
Ryc. 21. Sezonowa dynamika liczebności osobników *L. niger* odławianych na powierzchni 6.



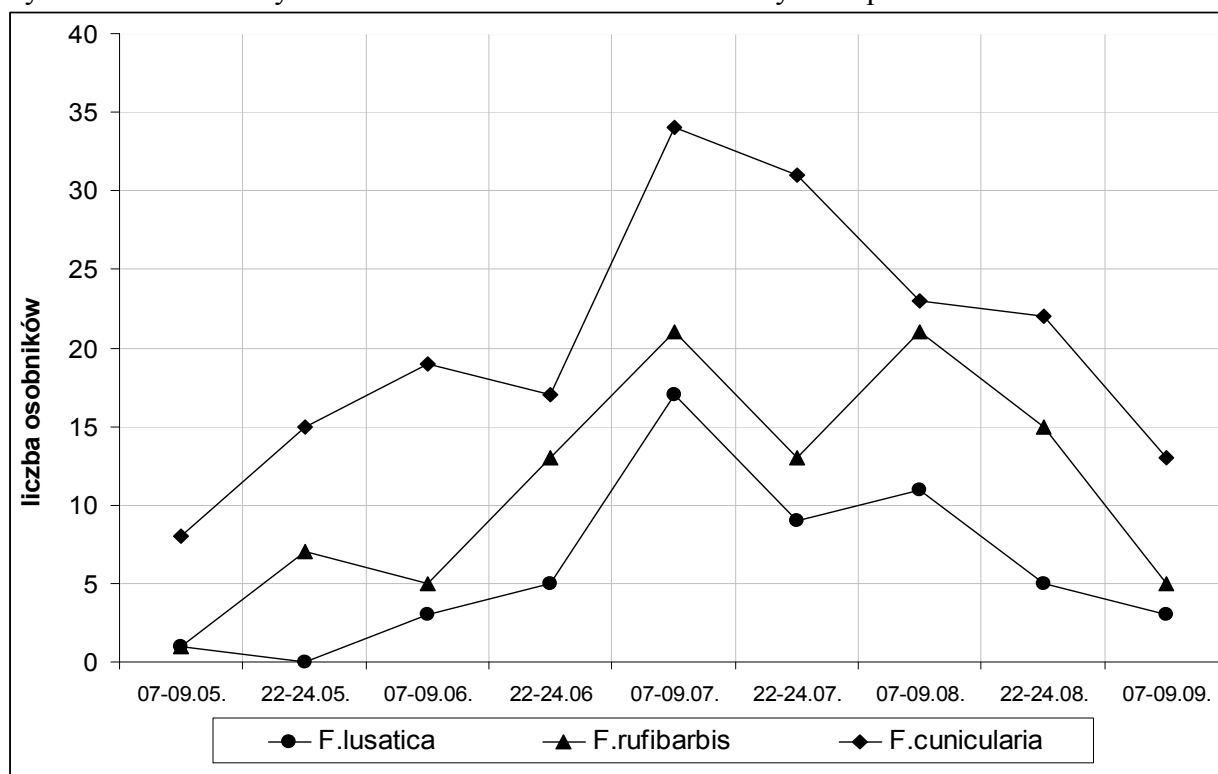
Ryc. 22. Sezonowa dynamika liczebności mrówek odławianych na powierzchni 6.



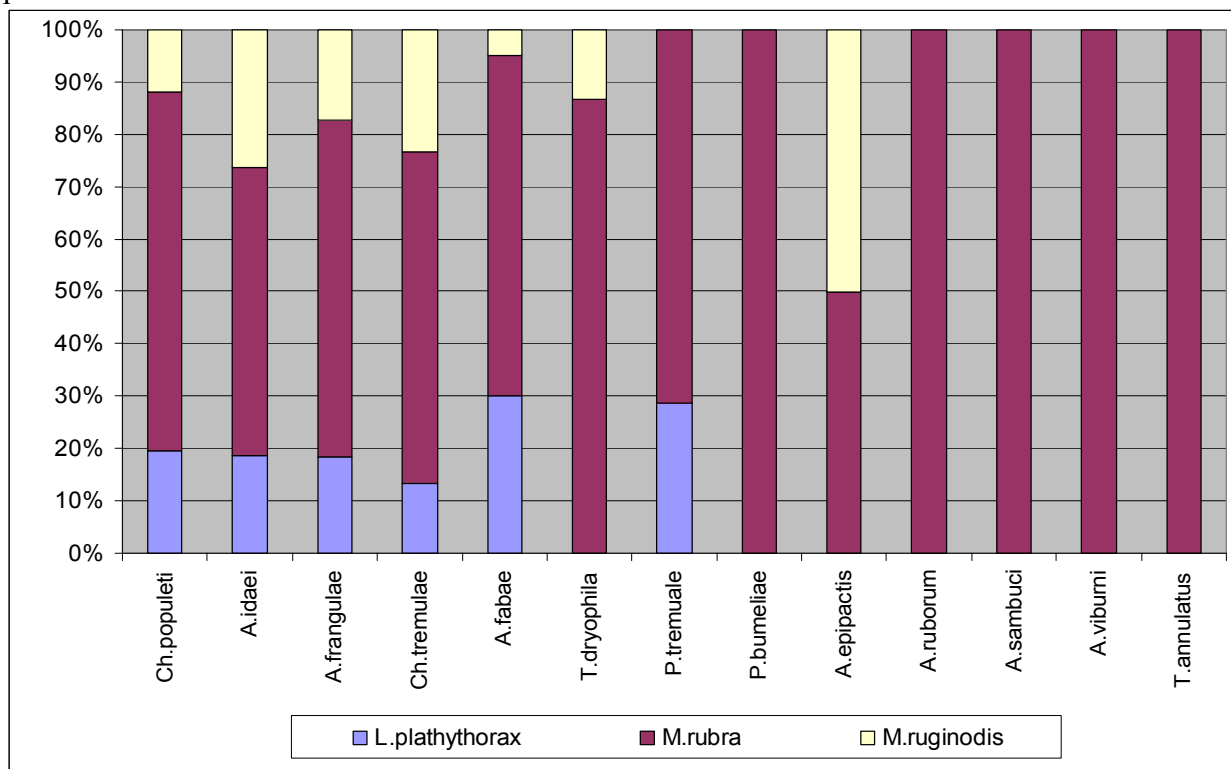
Ryc. 23. Sezonowa dynamika liczebności osobników *L. niger* odławianych na powierzchni 7.



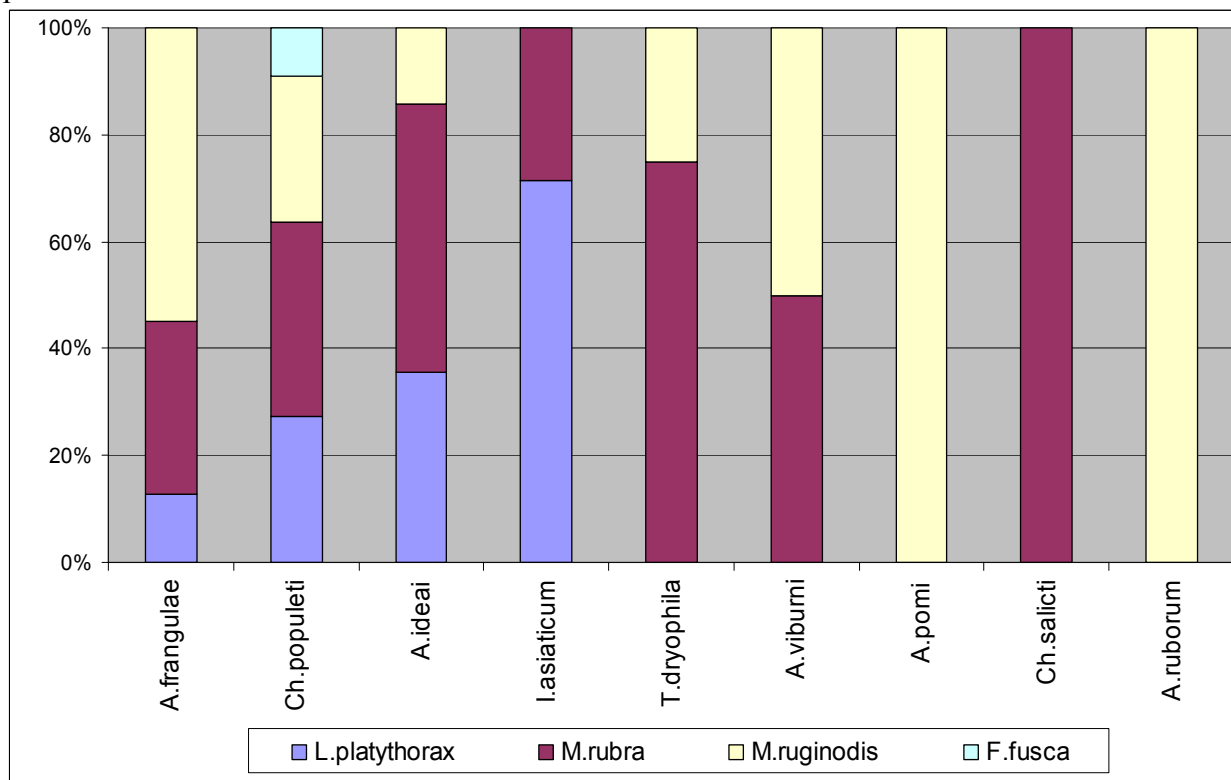
Ryc. 24. Sezonowa dynamika liczebności mrówek odławianych na powierzchni 7.



Ryc. 25. Udział poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii mszyc na powierzchni 1.

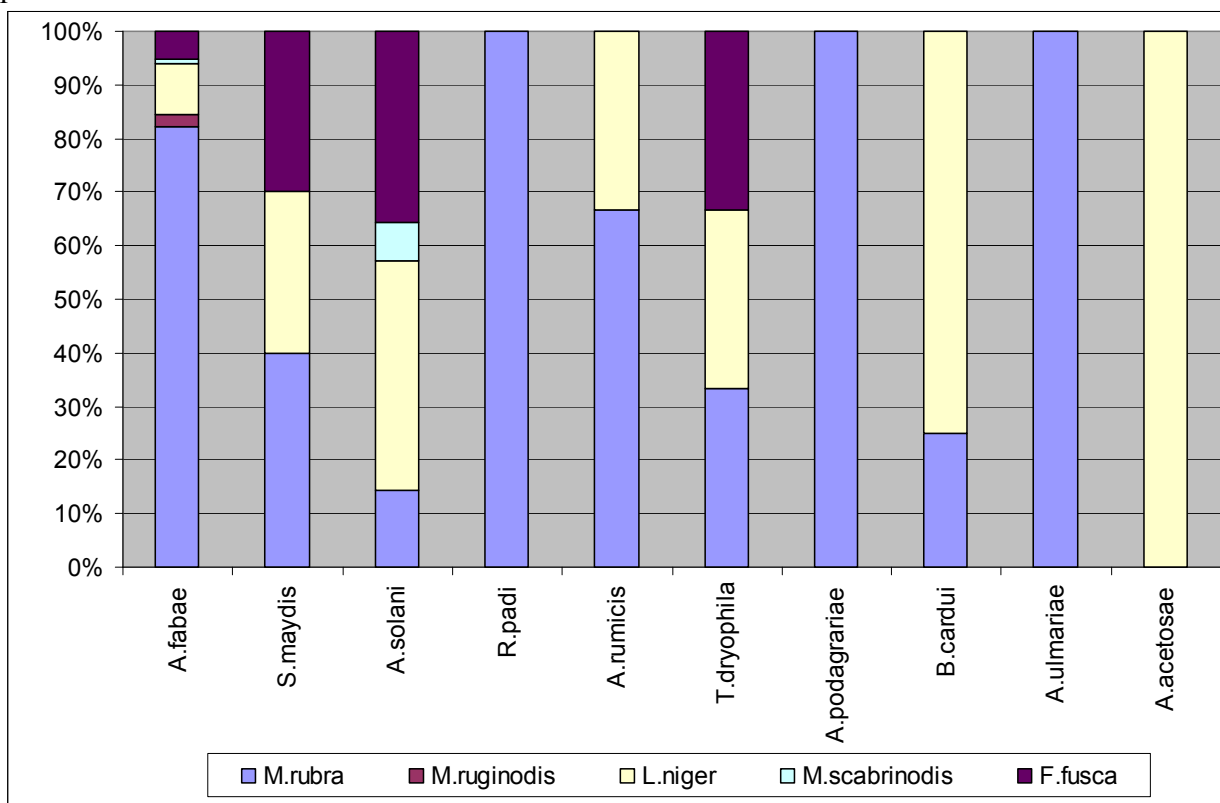


Ryc. 26. Udział poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii mszyc na powierzchni 2.

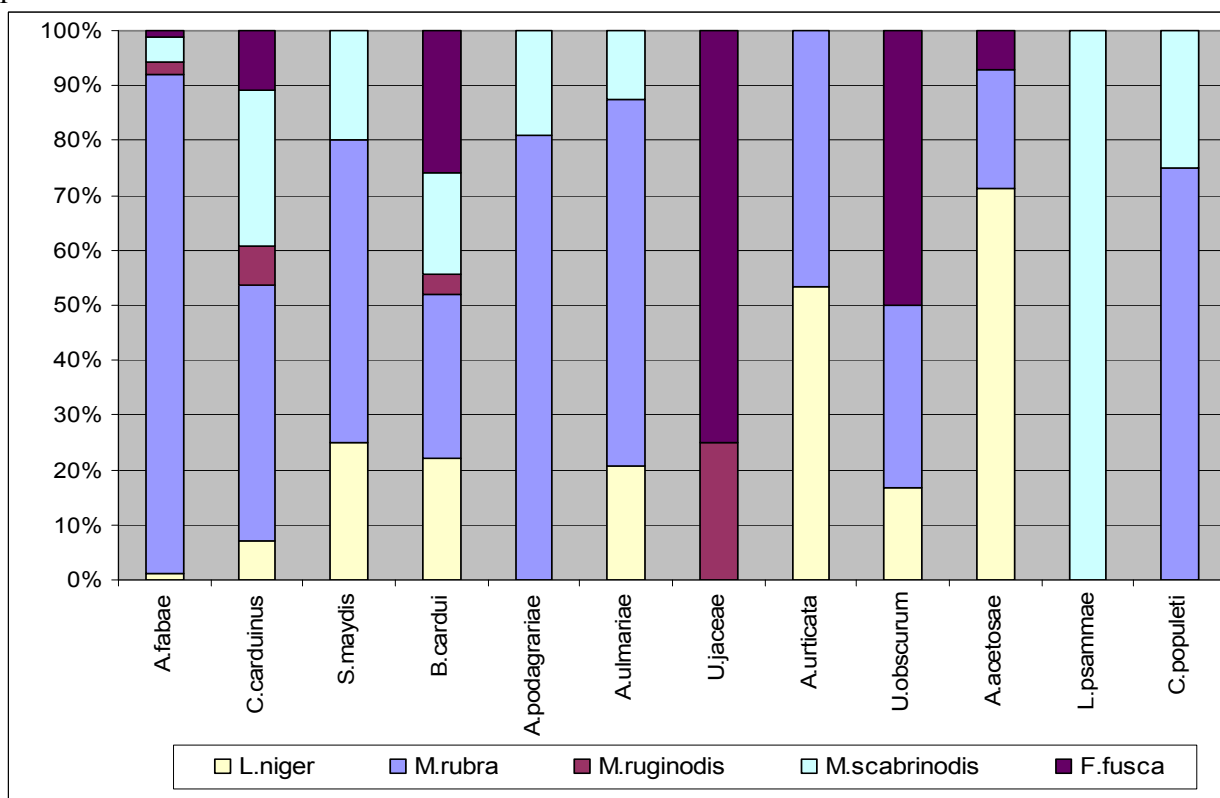




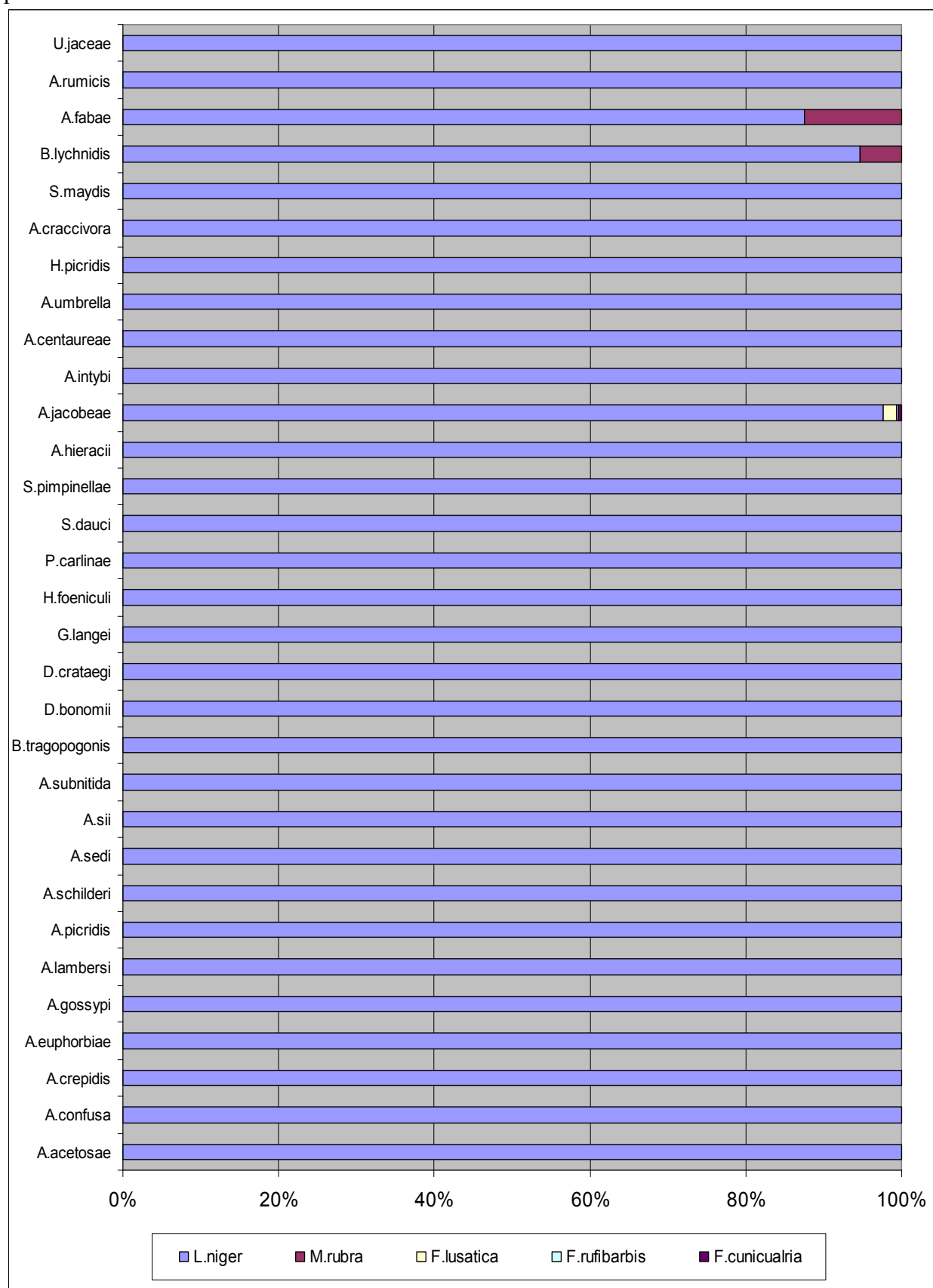
Ryc. 27. Udział poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii mszyc na powierzchni 3.



Ryc. 28. Udział poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii mszyc na powierzchni 4.



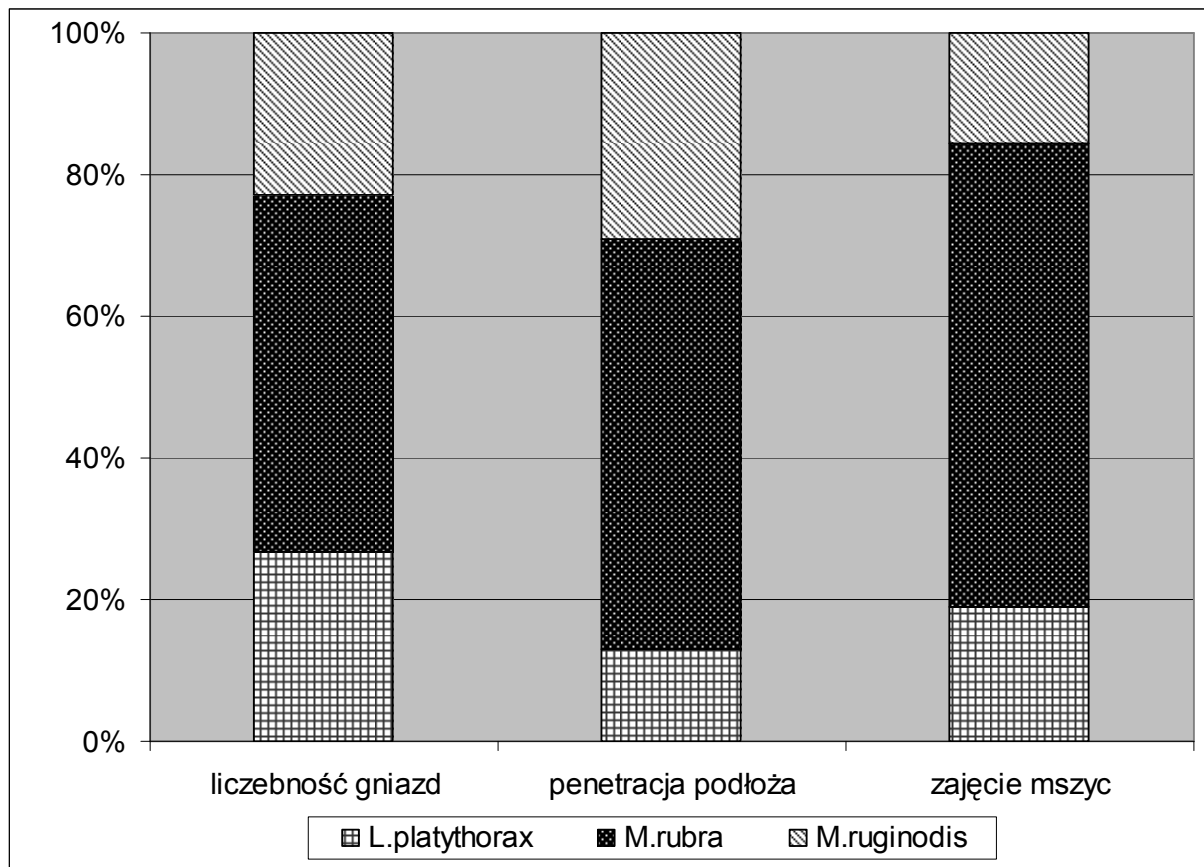
Ryc. 29. Udział poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii mszyc na powierzchni 6.



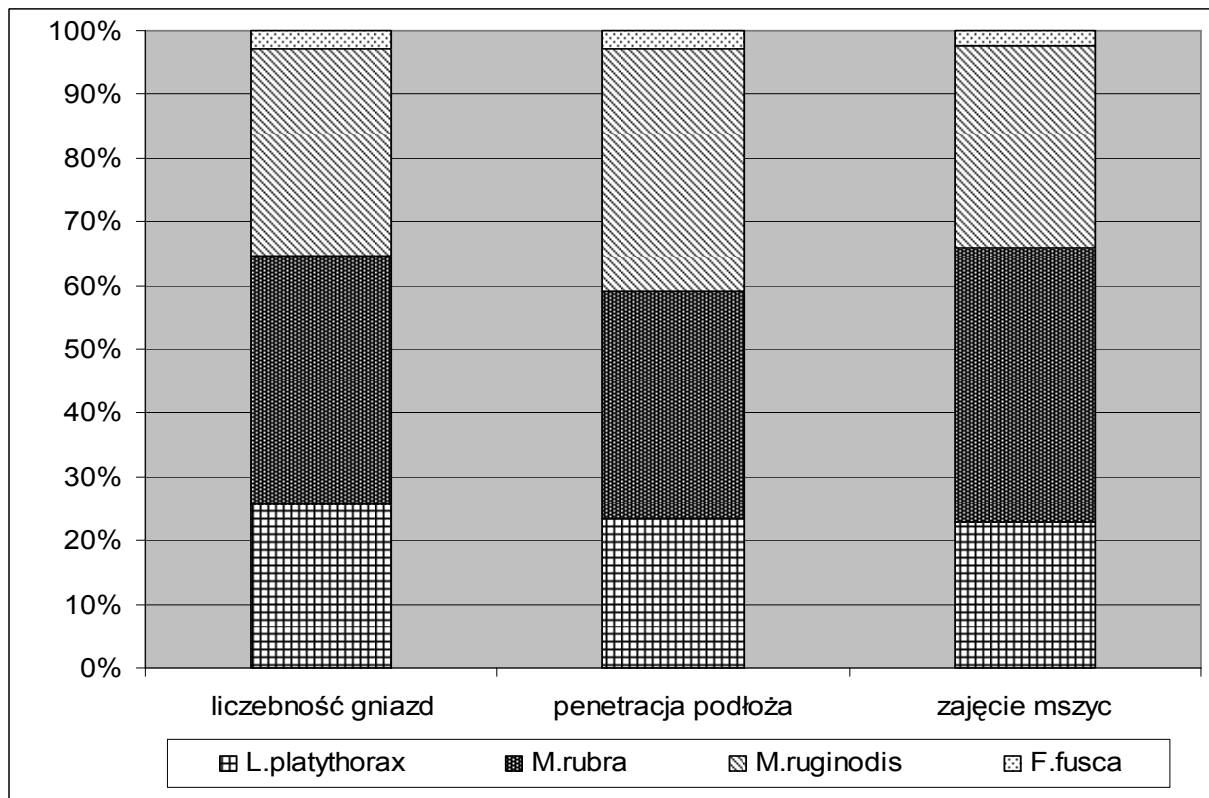
Ryc. 30. Udział poszczególnych gatunków mrówek w odwiedzaniu kolonii mszyc na powierzchni 7.



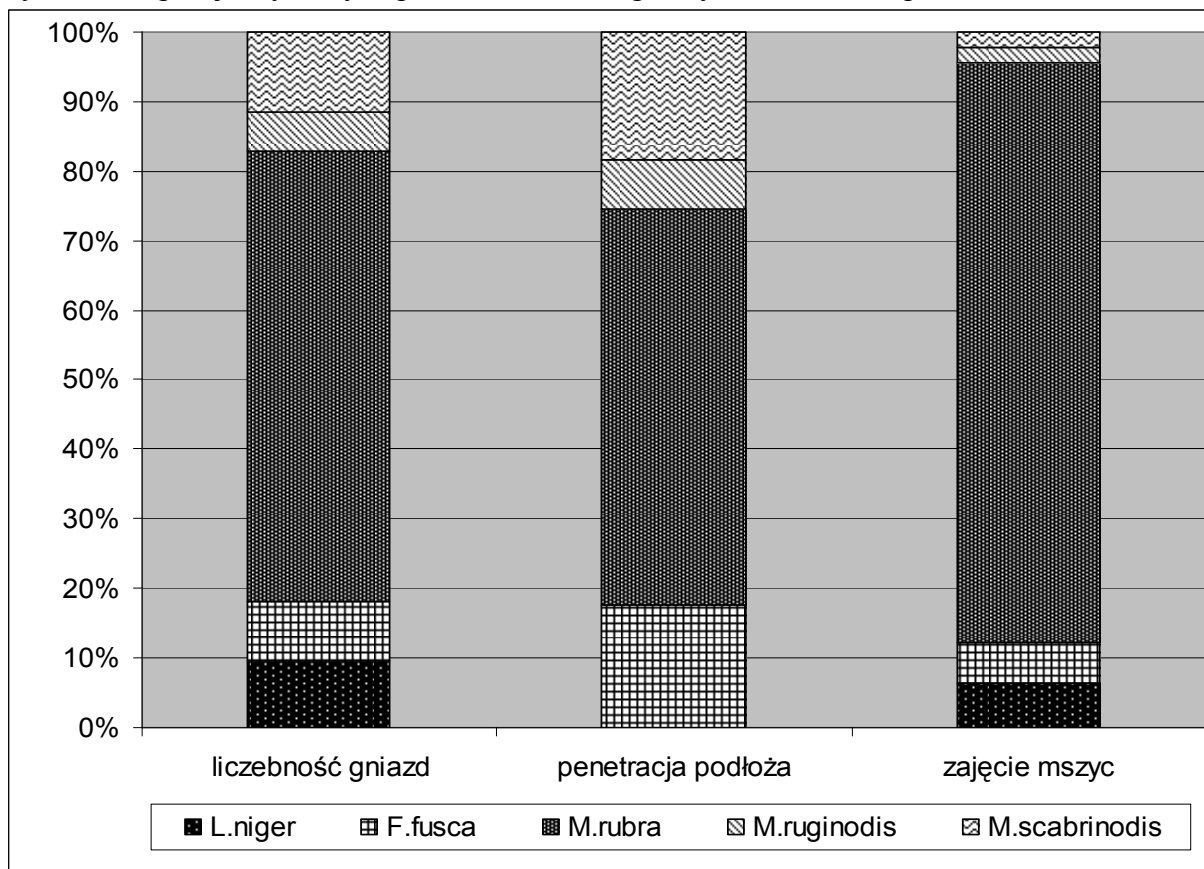
Ryc. 31. Proporcje wybranych parametrów ekologicznych mrówek na powierzchni 1.



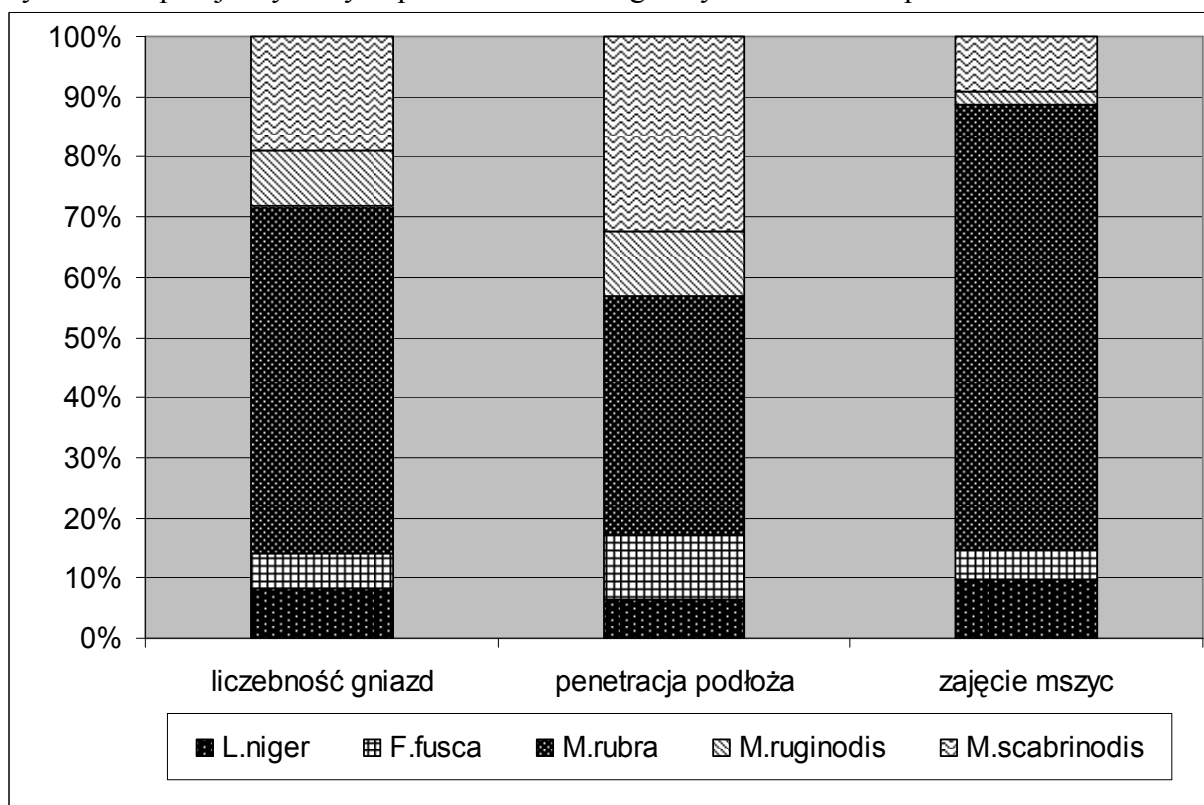
Ryc. 32. Proporcje wybranych parametrów ekologicznych mrówek na powierzchni 2.



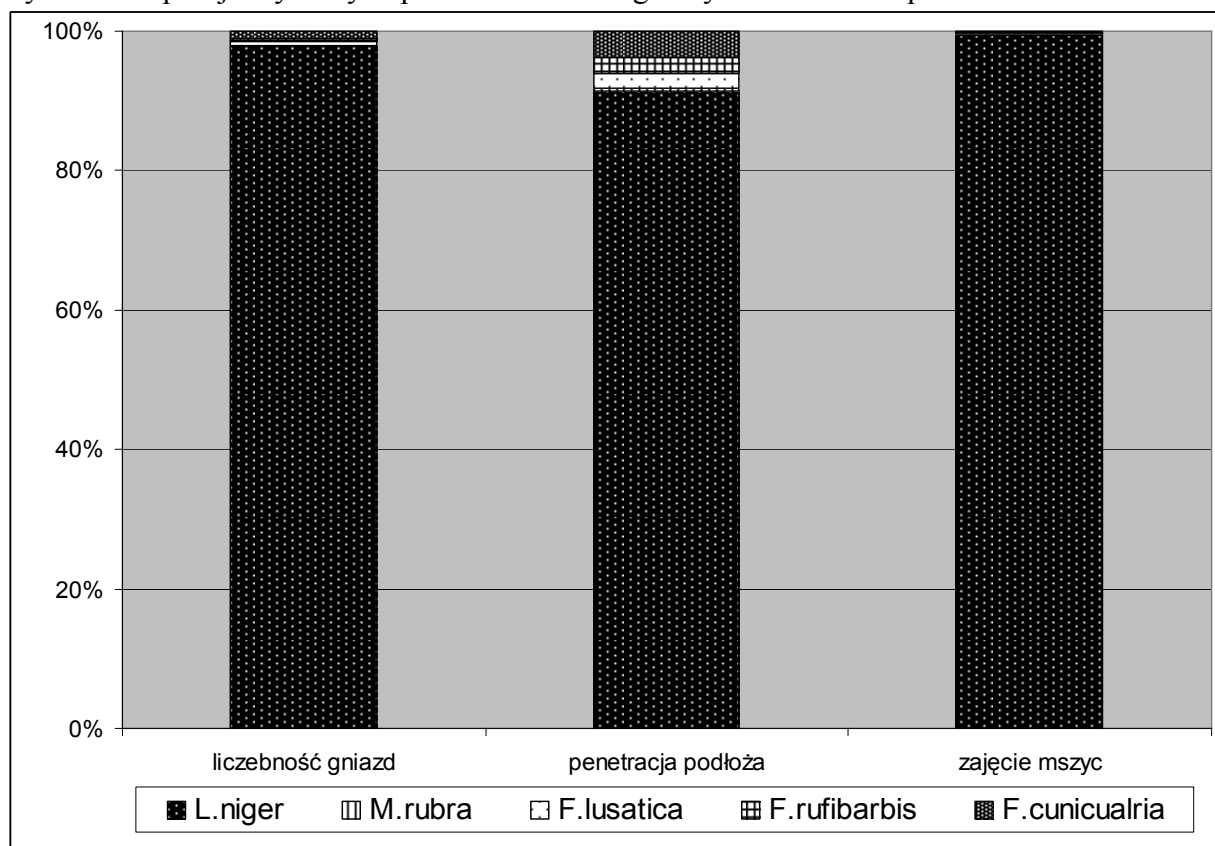
Ryc. 33. Proporcje wybranych parametrów ekologicznych mrówek na powierzchni 3.



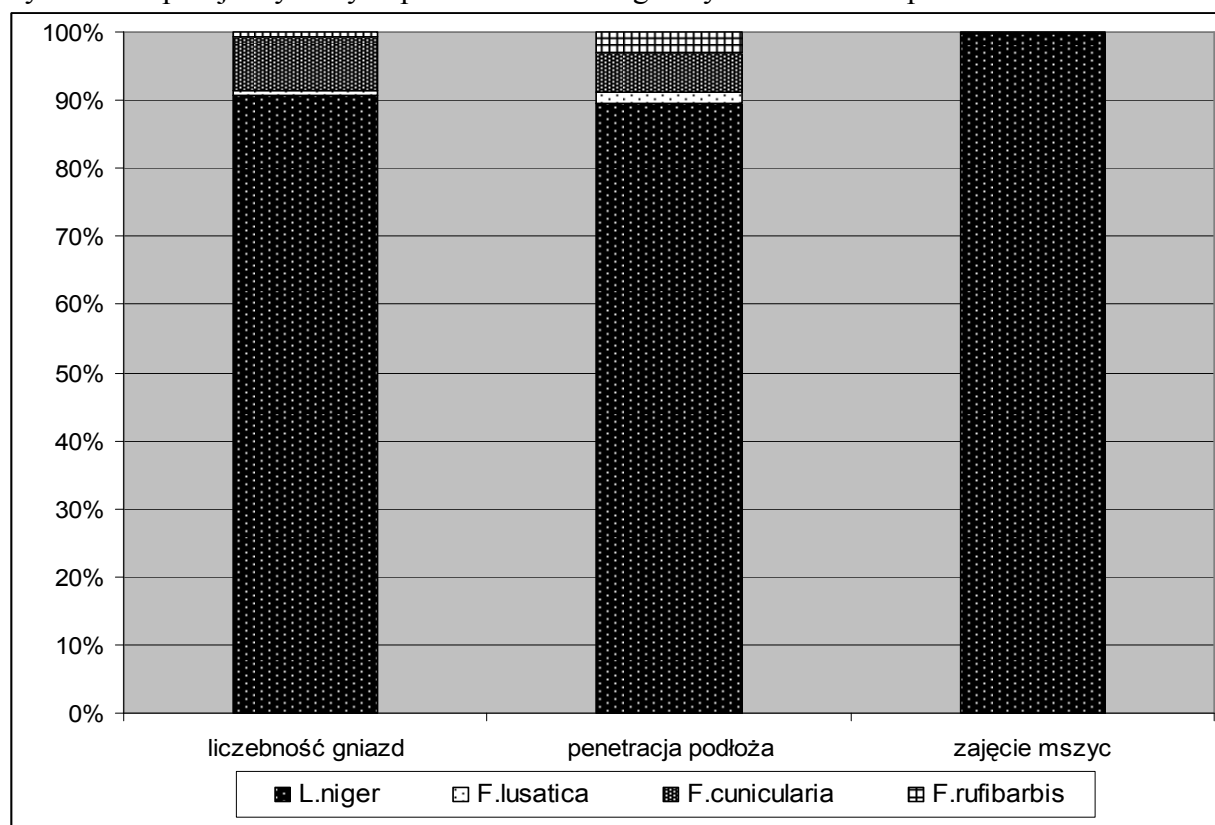
Ryc. 34. Proporcje wybranych parametrów ekologicznych mrówek na powierzchni 4.



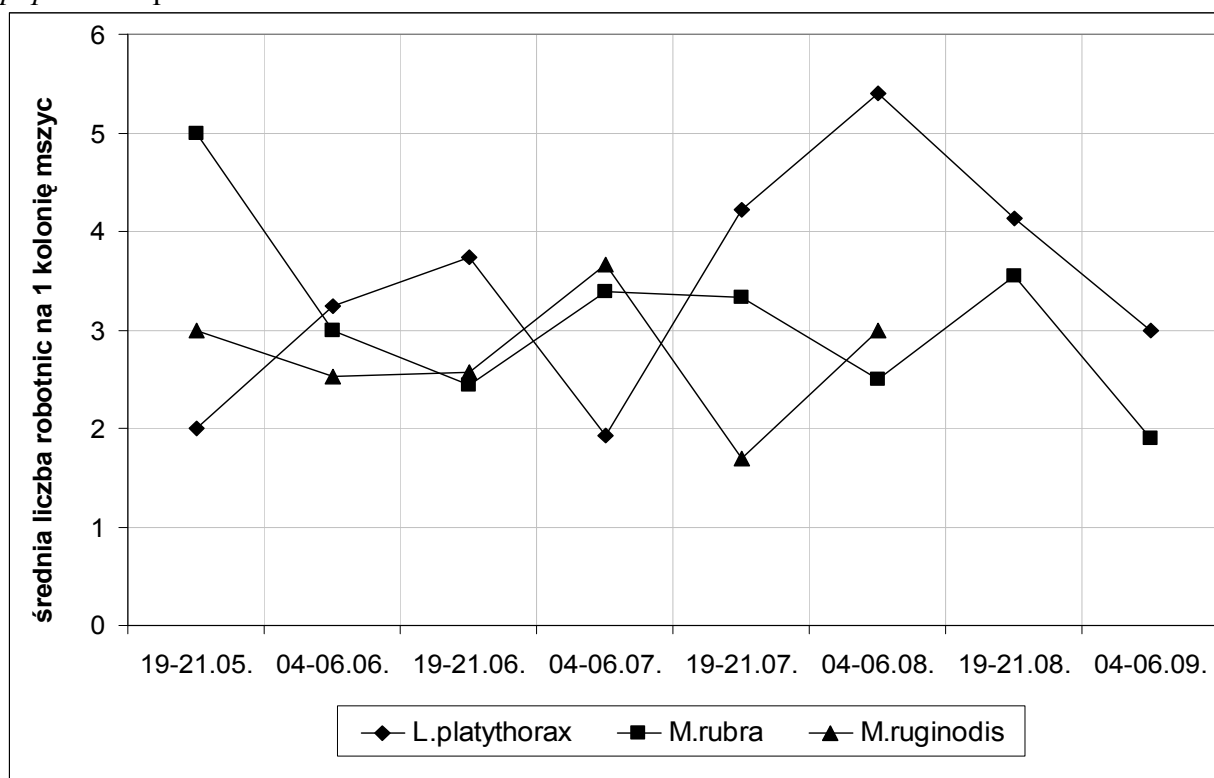
Ryc. 35. Proporcje wybranych parametrów ekologicznych mrówek na powierzchni 6.



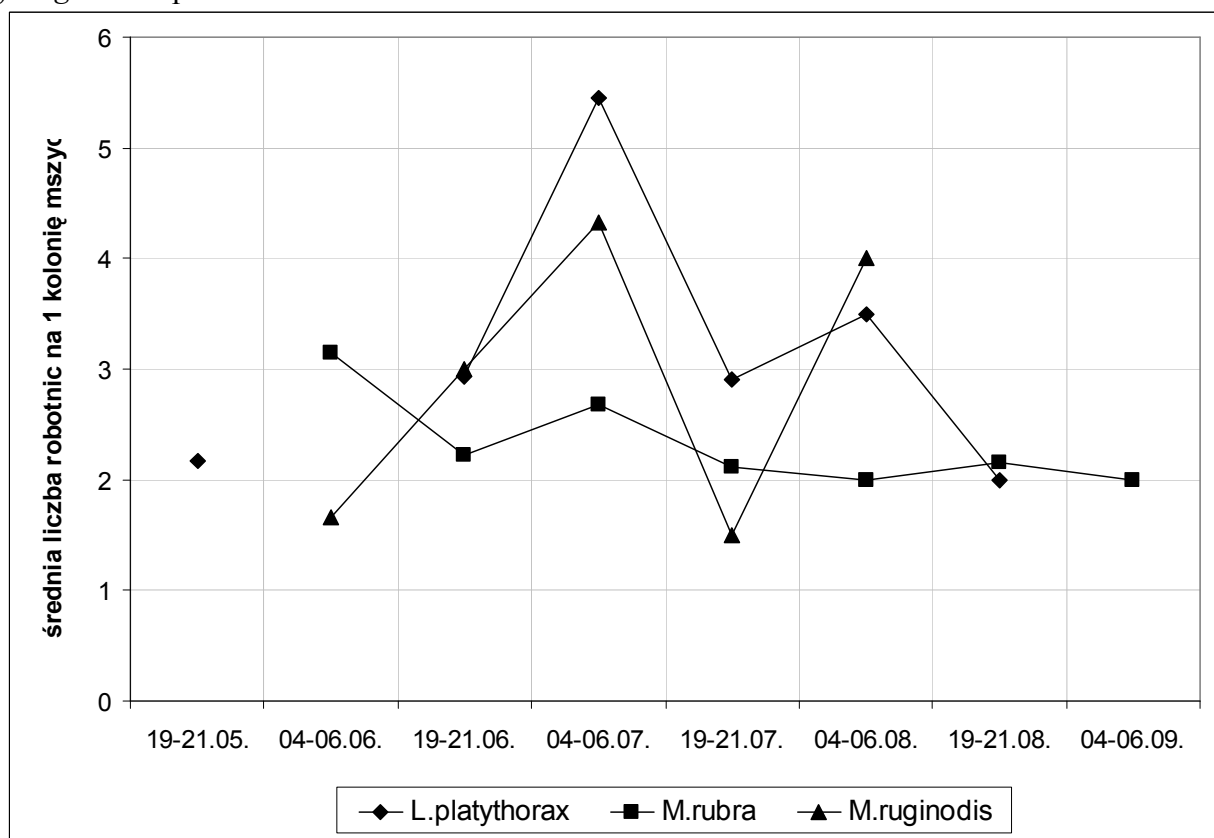
Ryc. 36. Proporcje wybranych parametrów ekologicznych mrówek na powierzchni 7.



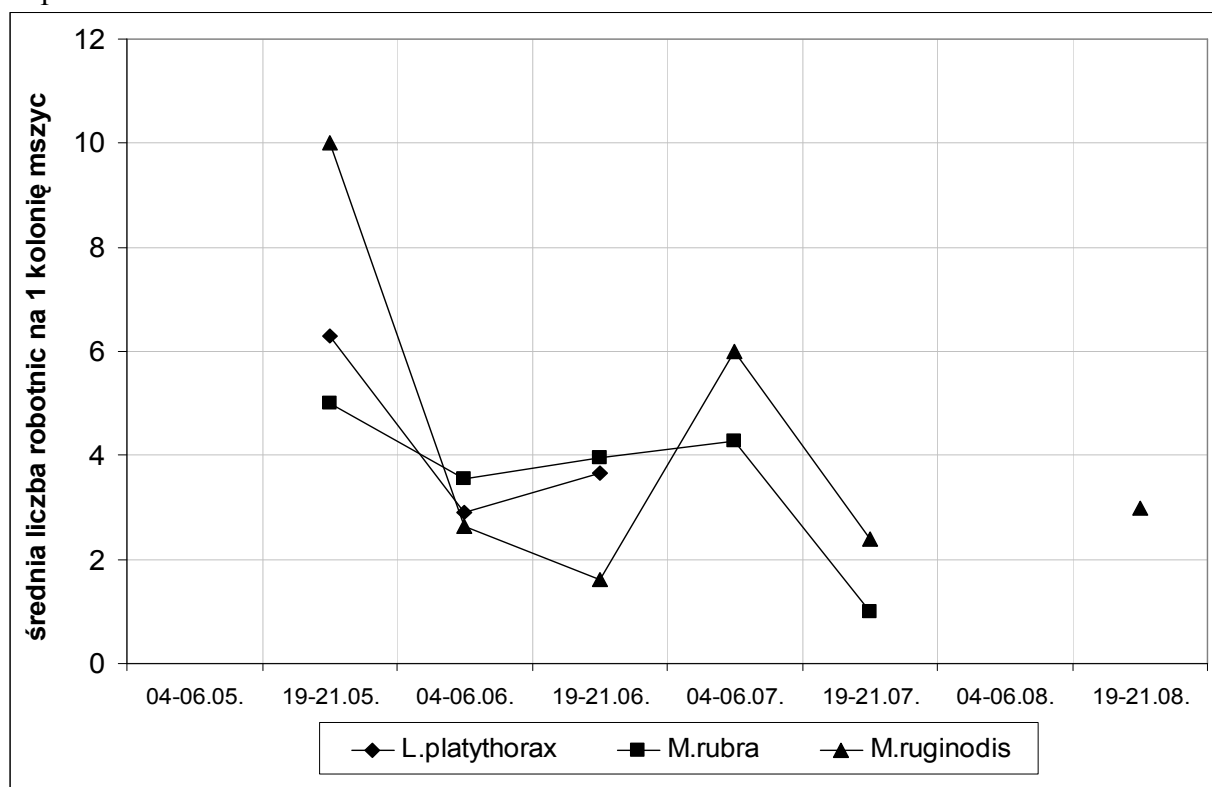
Ryc. 37. Dynamika sezonowa średniej liczby mrówek odwiedzających jedną kolonię *C. populeti* na powierzchni 1.



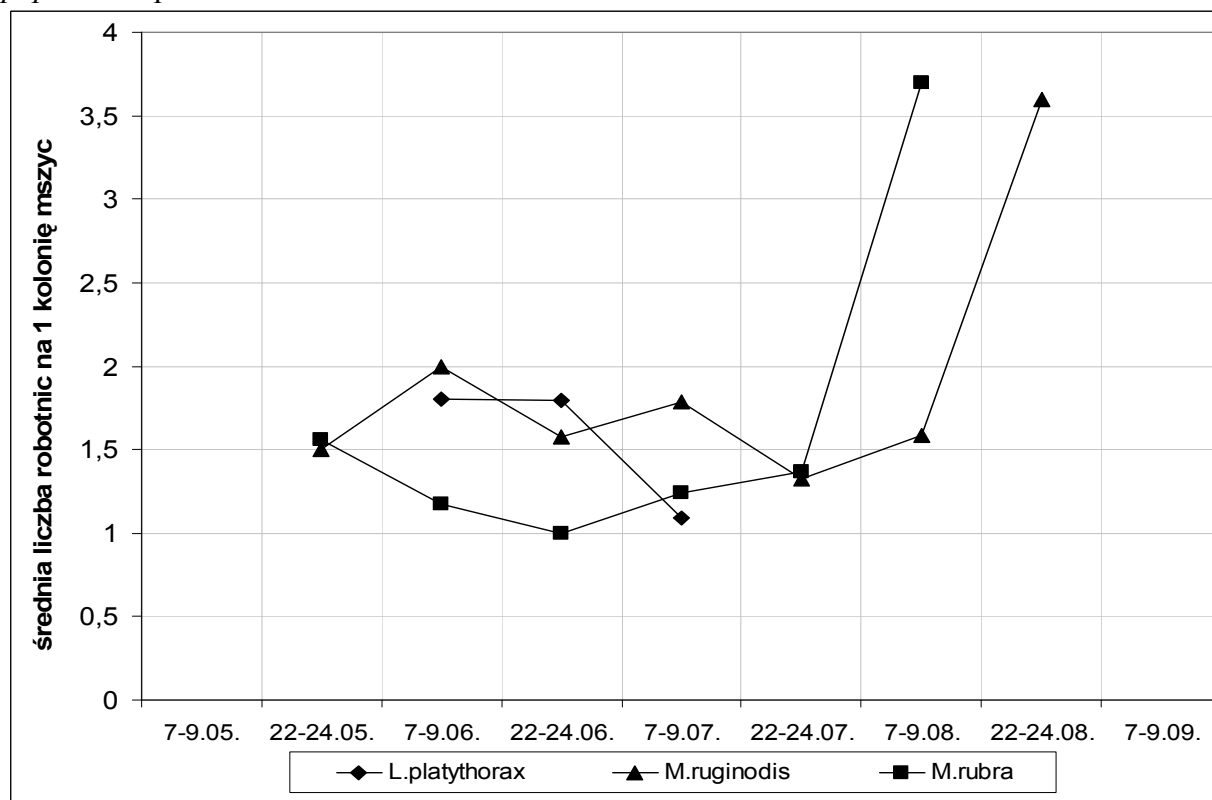
Ryc. 38. Dynamika sezonowa średniej liczby mrówek odwiedzających jedną kolonię *A. frangulae* na powierzchni 1.



Ryc. 39. Dynamika sezonowa średniej liczby mrówek odwiedzających jedną kolonię *A. idaei* na powierzchni 1.

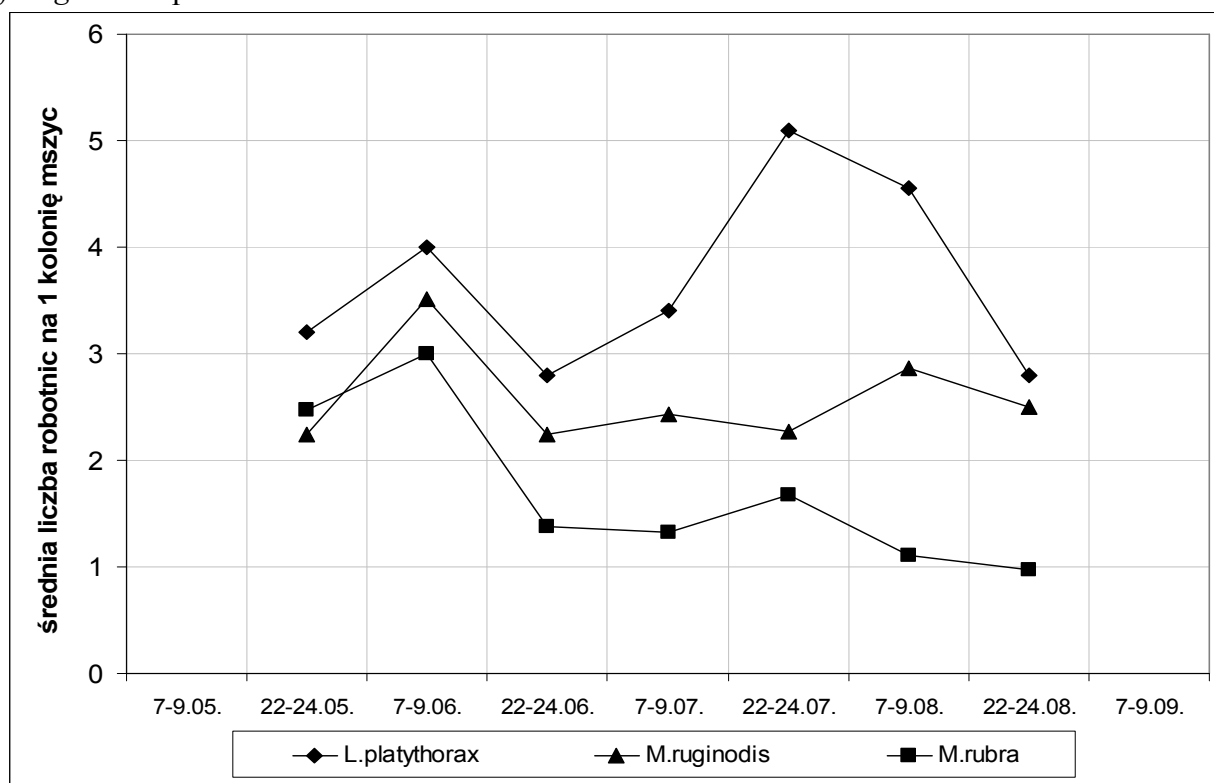


Ryc. 40. Dynamika sezonowa średniej liczby mrówek odwiedzających jedną kolonię *C. populeti* na powierzchni 2.

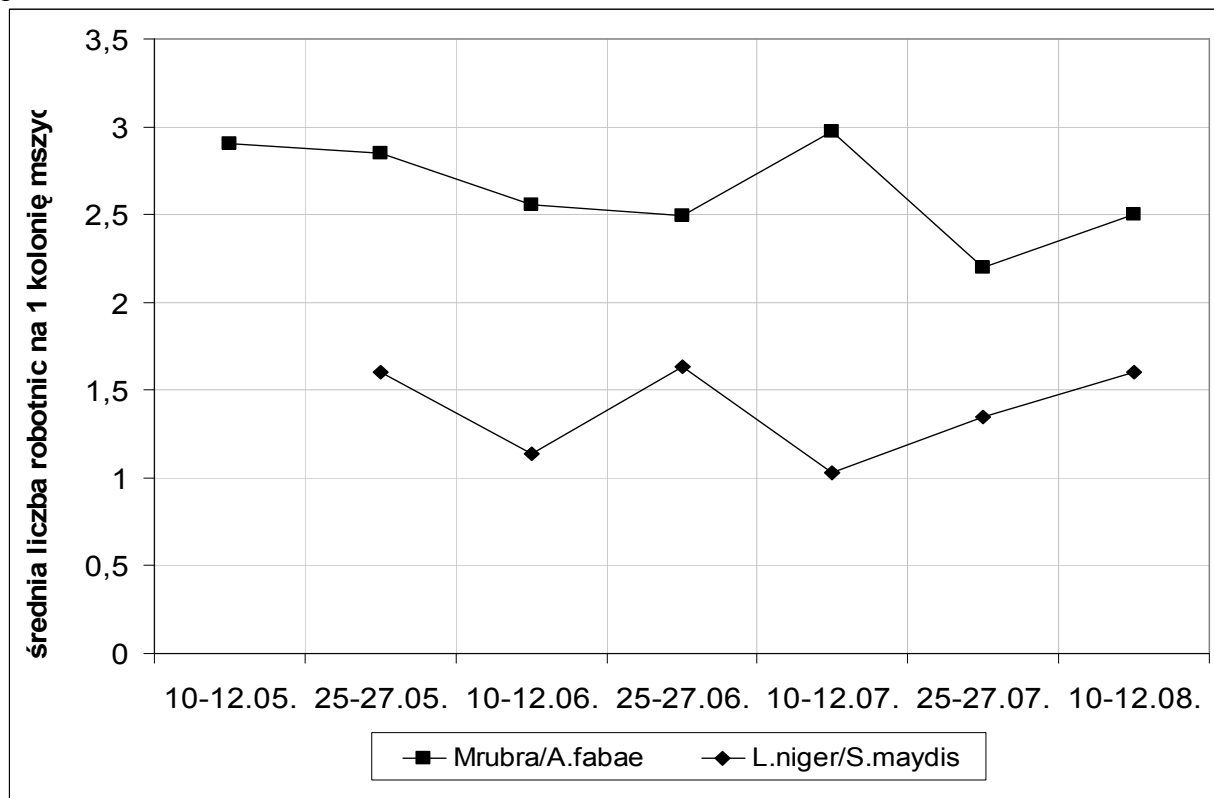




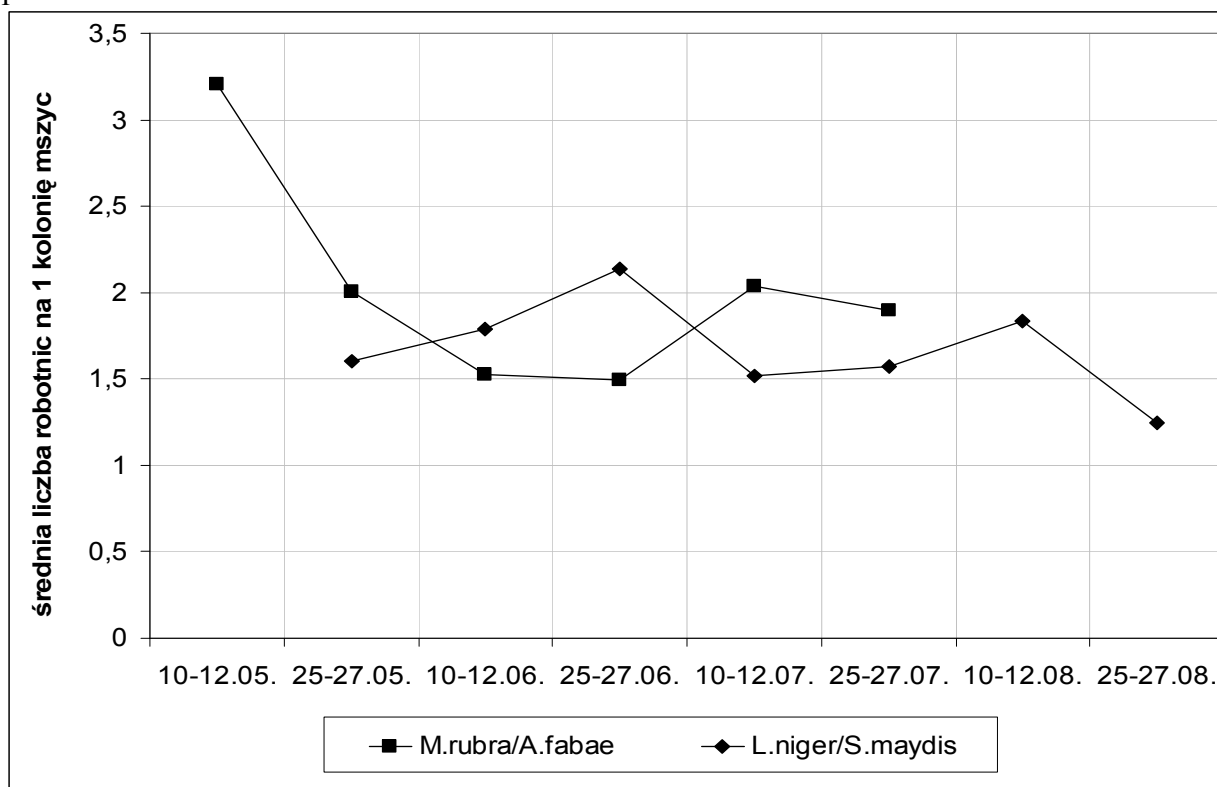
Ryc. 41. Dynamika sezonowa średniej liczby mrówek odwiedzających jedną kolonię *A. frangulae* na powierzchni 2.



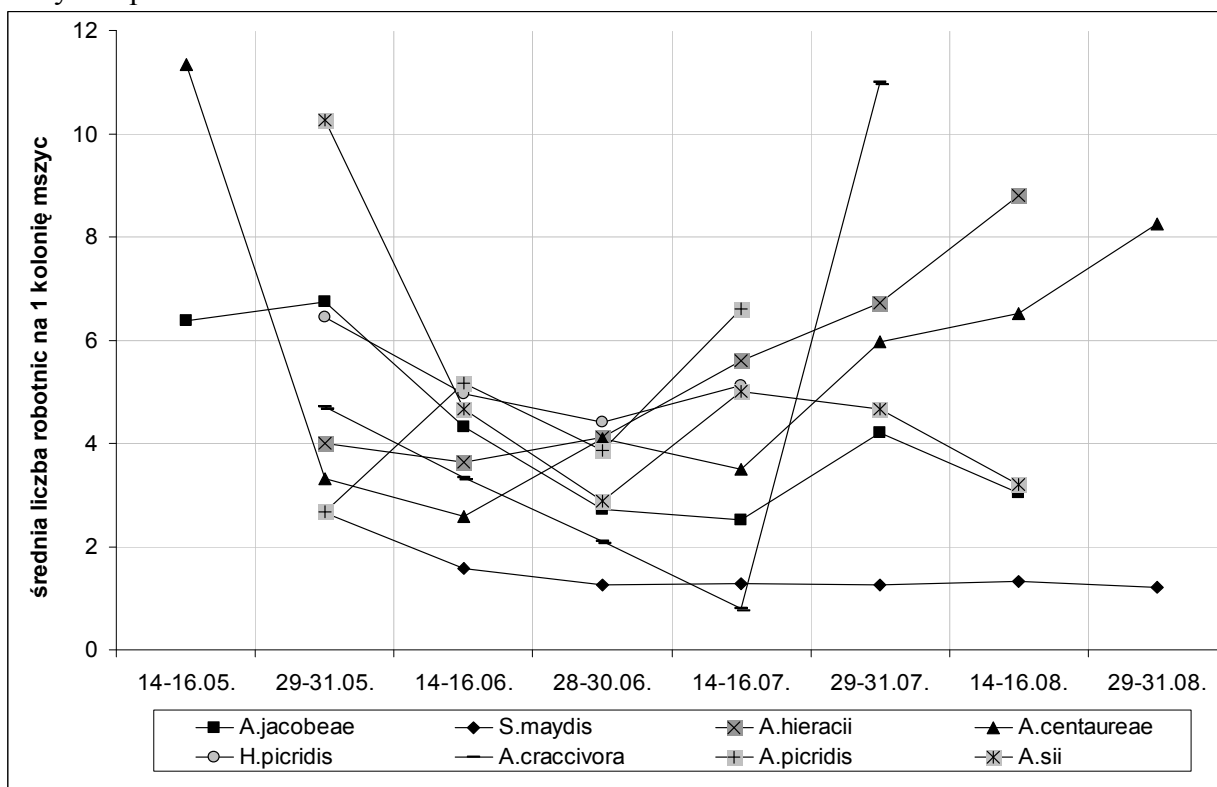
Ryc. 42. Dynamika sezonowa średniej liczby mrówek odwiedzających jedną kolonię na powierzchni 3.



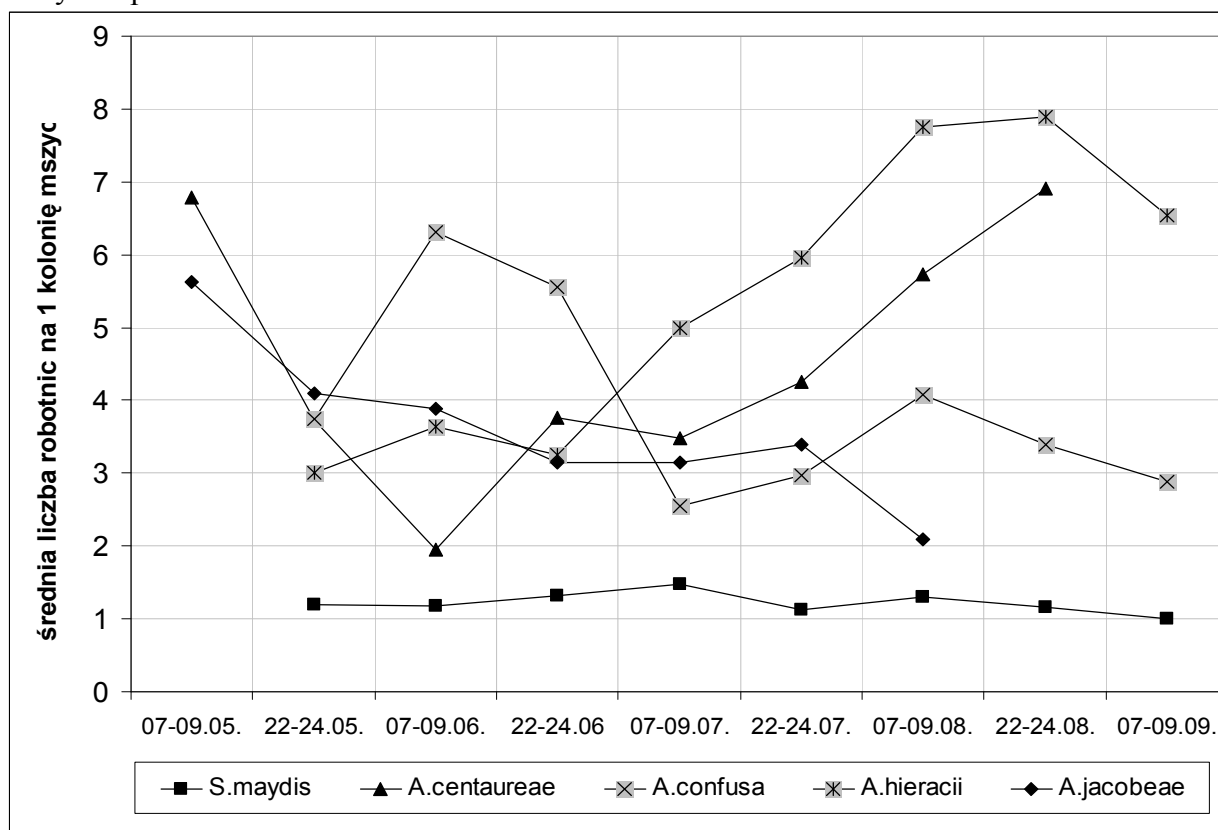
Ryc. 43. Dynamika sezonowa średniej liczby mrówek odwiedzających jedną kolonię na powierzchni 4.



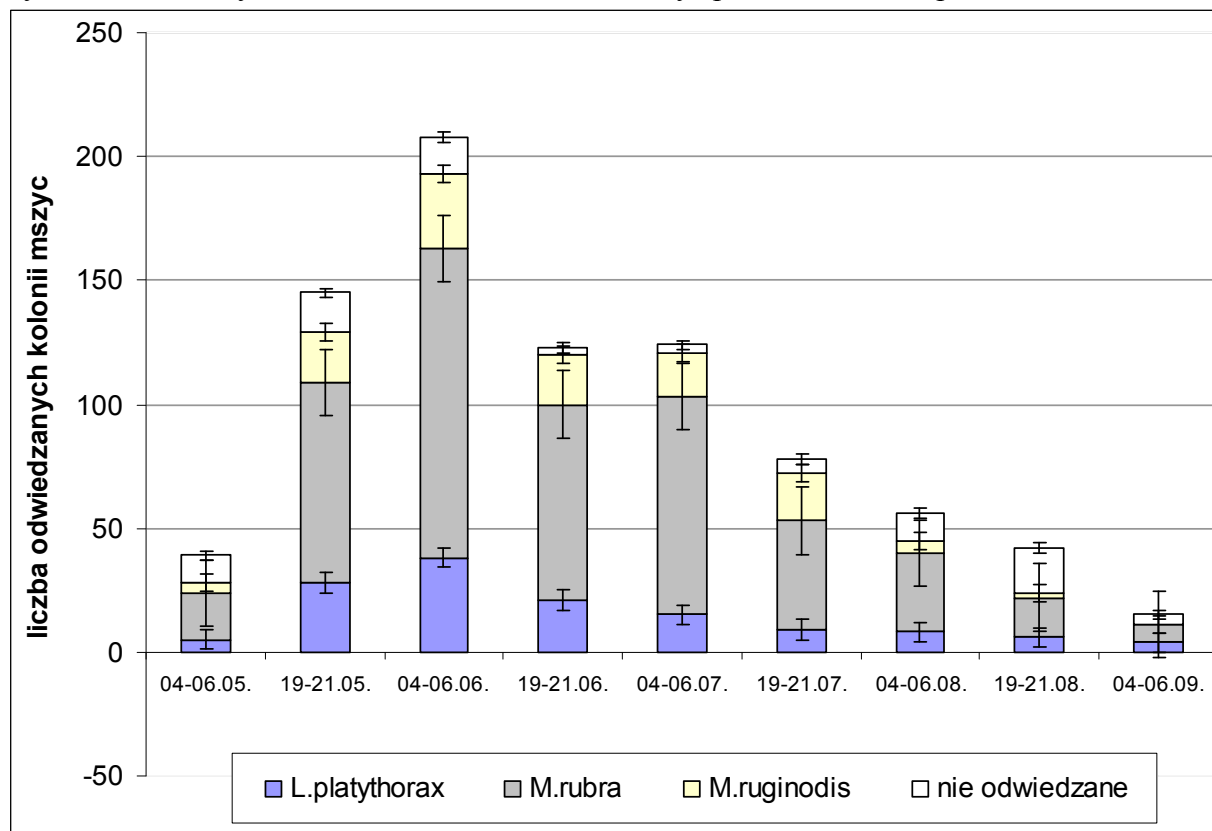
Ryc. 44. Dynamika sezonowa średniej liczby robotnic *L. niger* odwiedzających jedną kolonię mszyc na powierzchni 6.



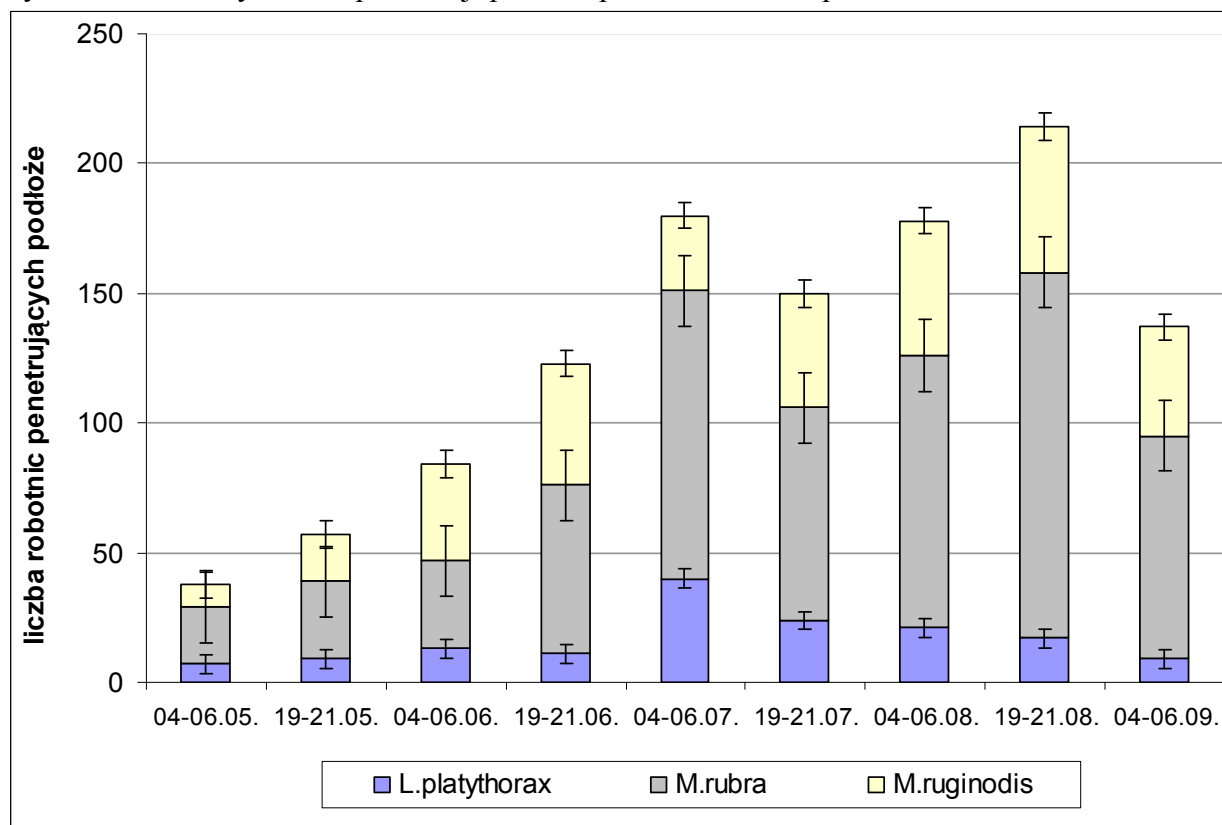
Ryc. 45. Dynamika sezonowa średniej liczby robotnic *L. niger* odwiedzających jedną kolonię mszyc na powierzchni 7.



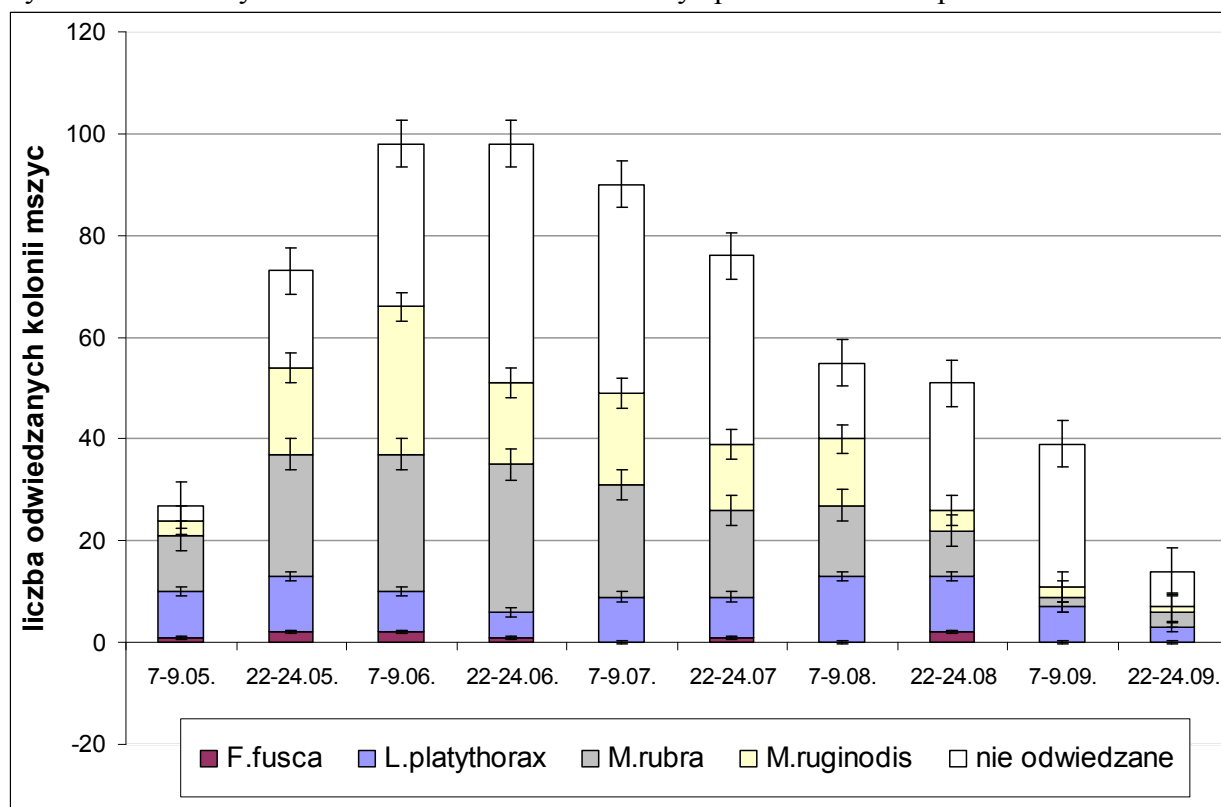
Ryc. 46. Roczna dynamika odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki na powierzchni 1.



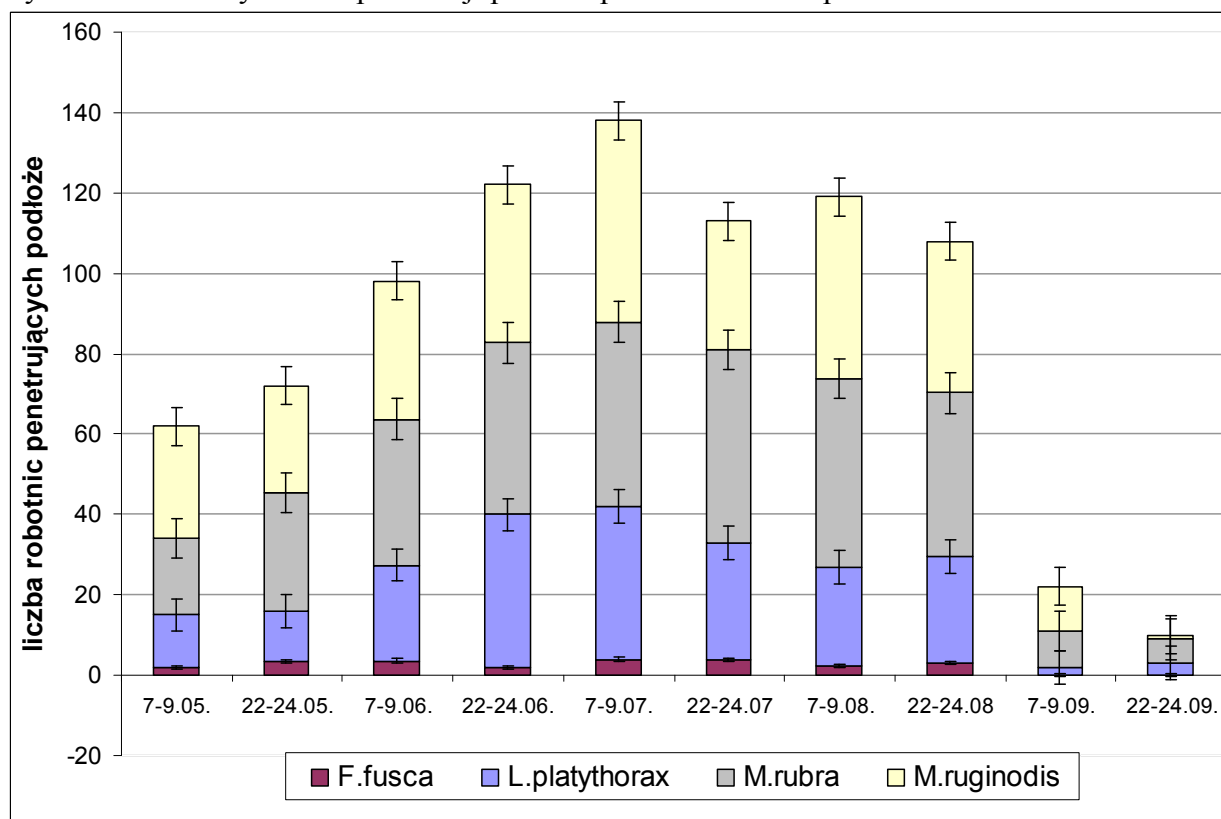
Ryc. 47. Roczna dynamika penetracji podłoża przez mrówki na powierzchni 1.



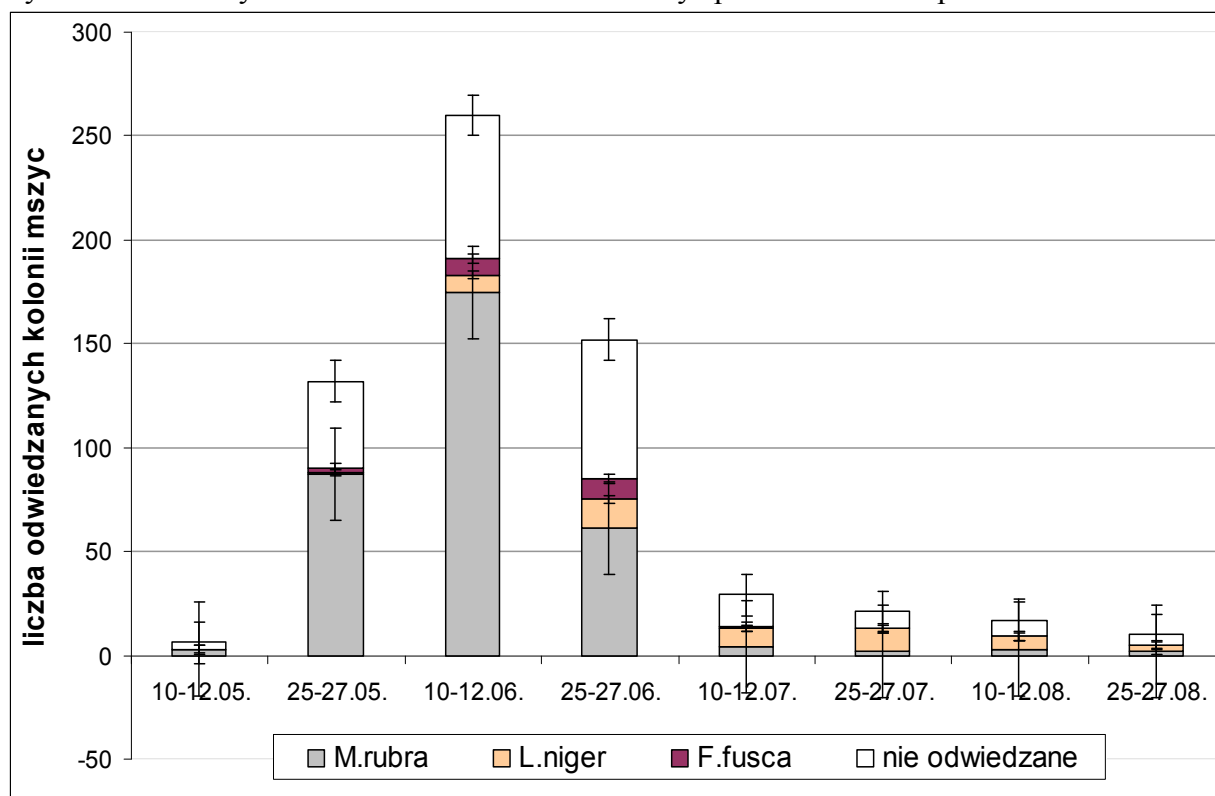
Ryc. 48. Roczna dynamika odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki na powierzchni 2.



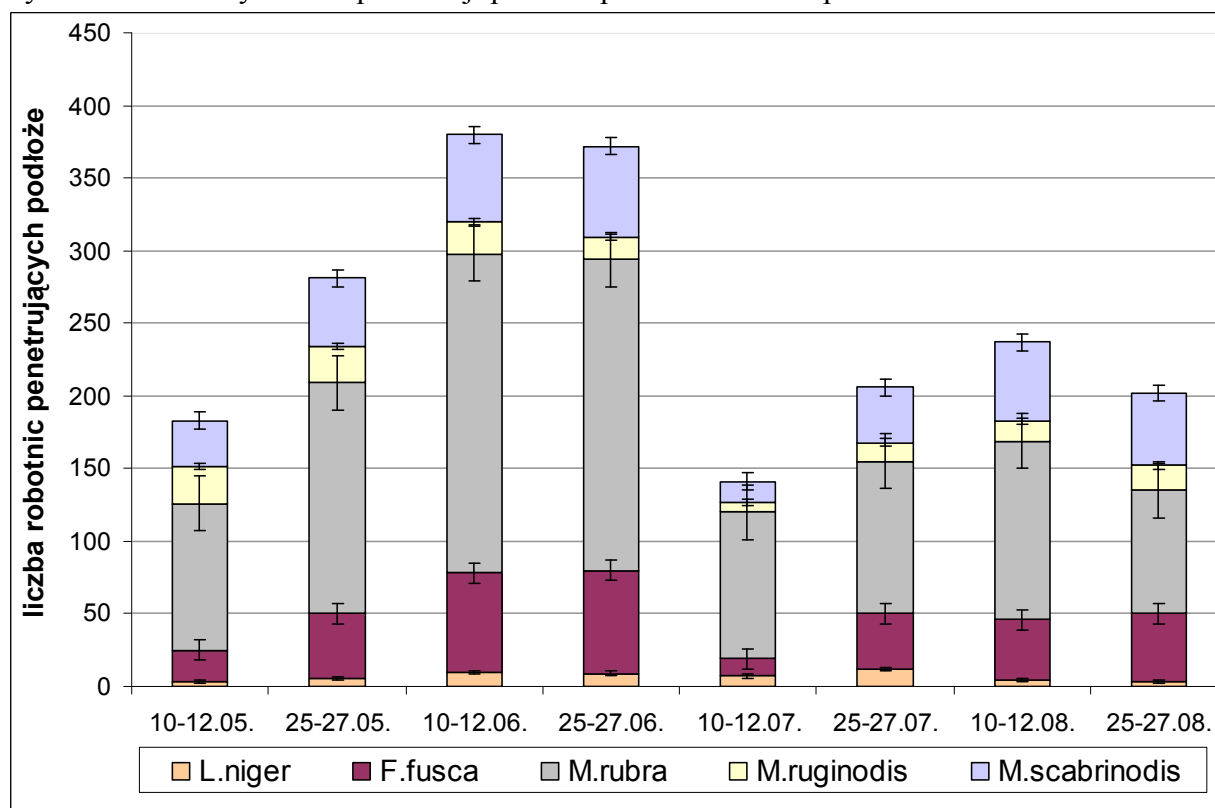
Ryc. 49. Roczna dynamika penetracji podłoża przez mrówki na powierzchni 2.



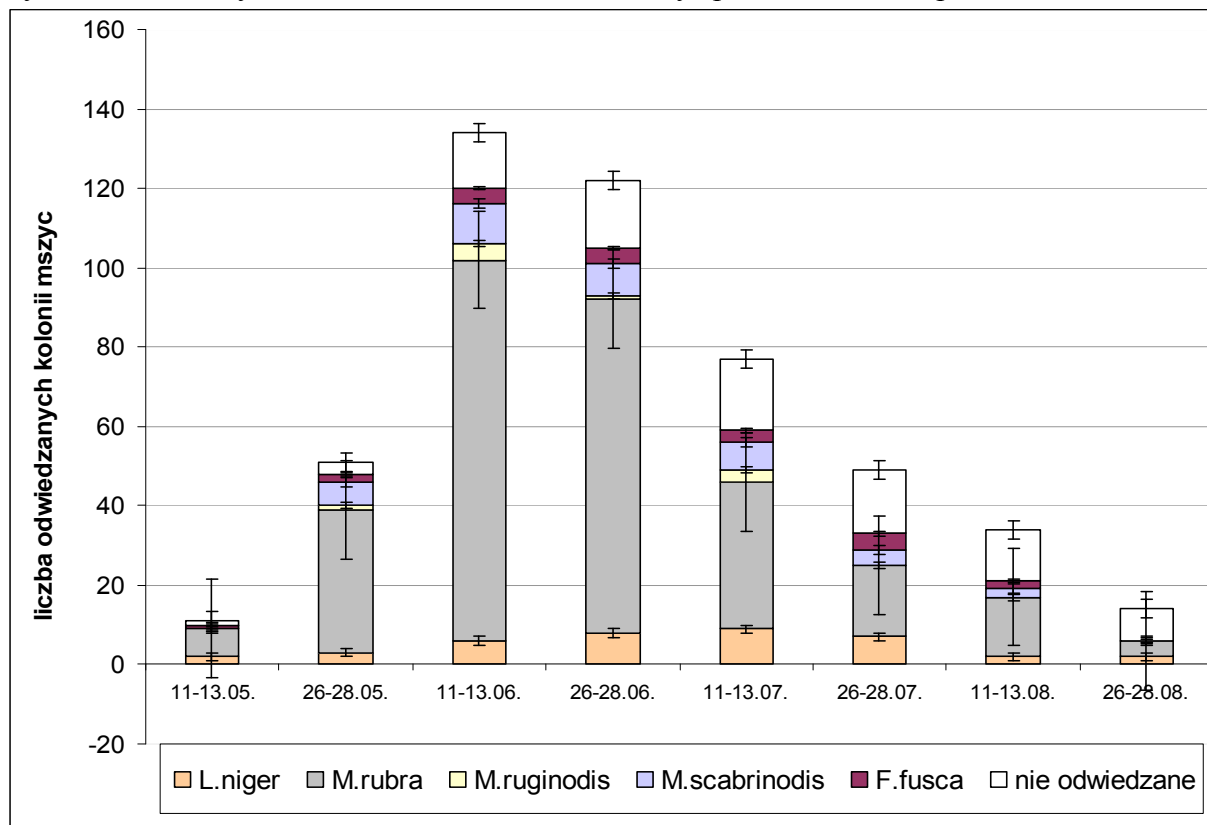
Ryc. 50. Roczna dynamika odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki na powierzchni 3.



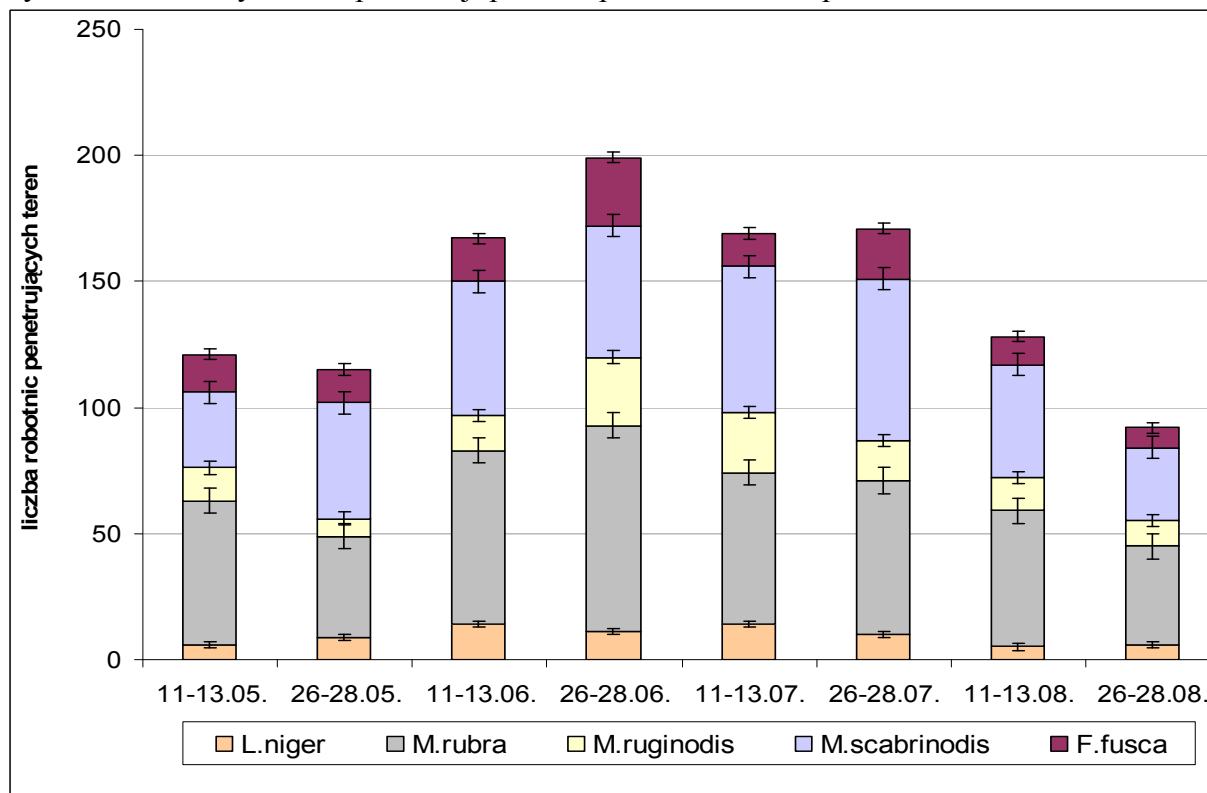
Ryc. 51. Roczna dynamika penetracji podłoża przez mrówki na powierzchni 3.



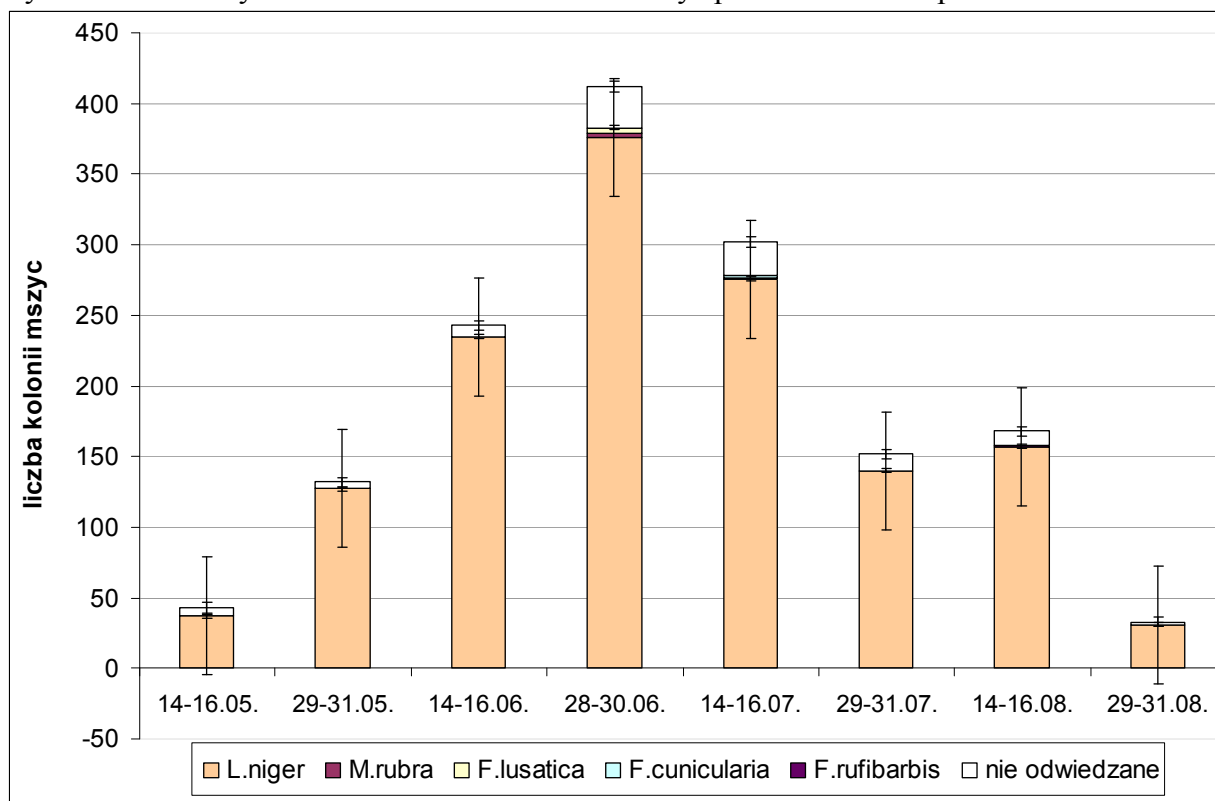
Ryc. 52. Roczna dynamika odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki na powierzchni 4.



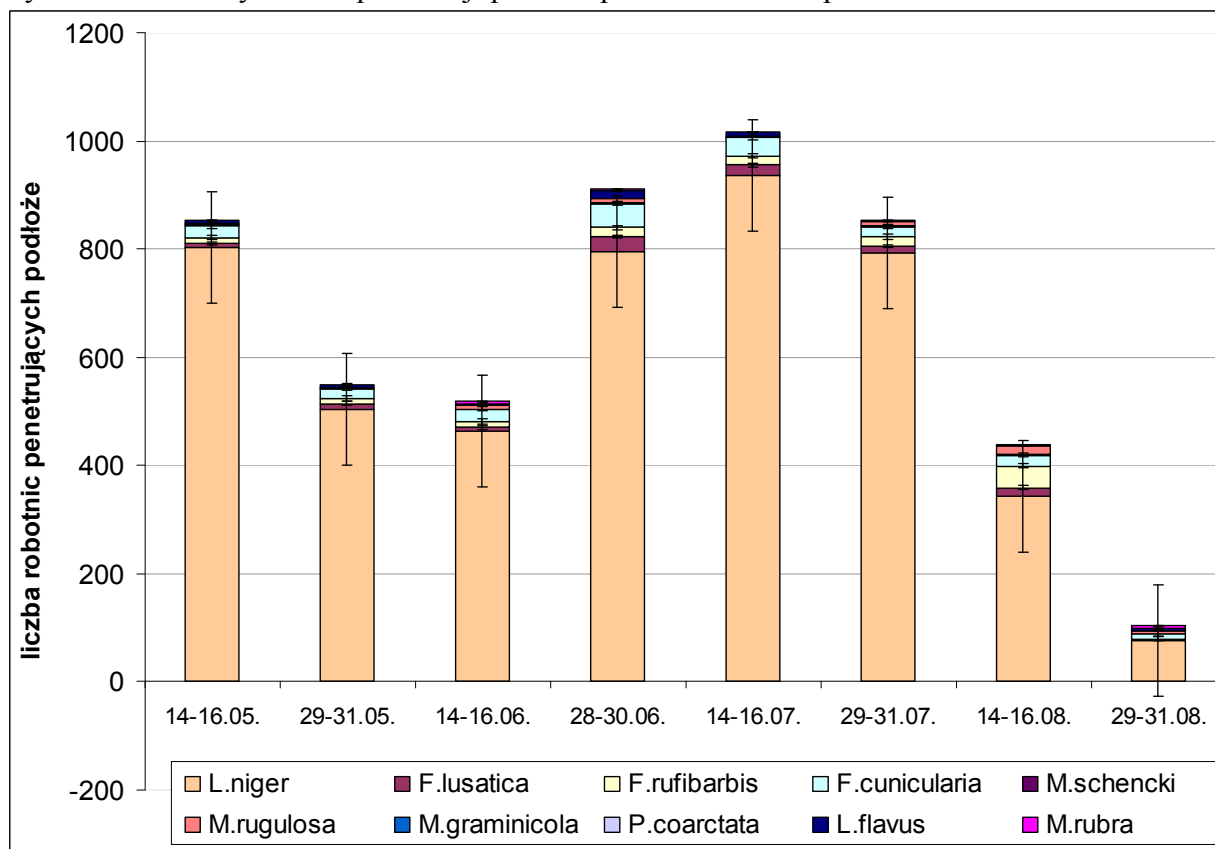
Ryc. 53. Roczna dynamika penetracji podłoża przez mrówki na powierzchni 4.



Ryc. 54. Roczna dynamika odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki na powierzchni 6.

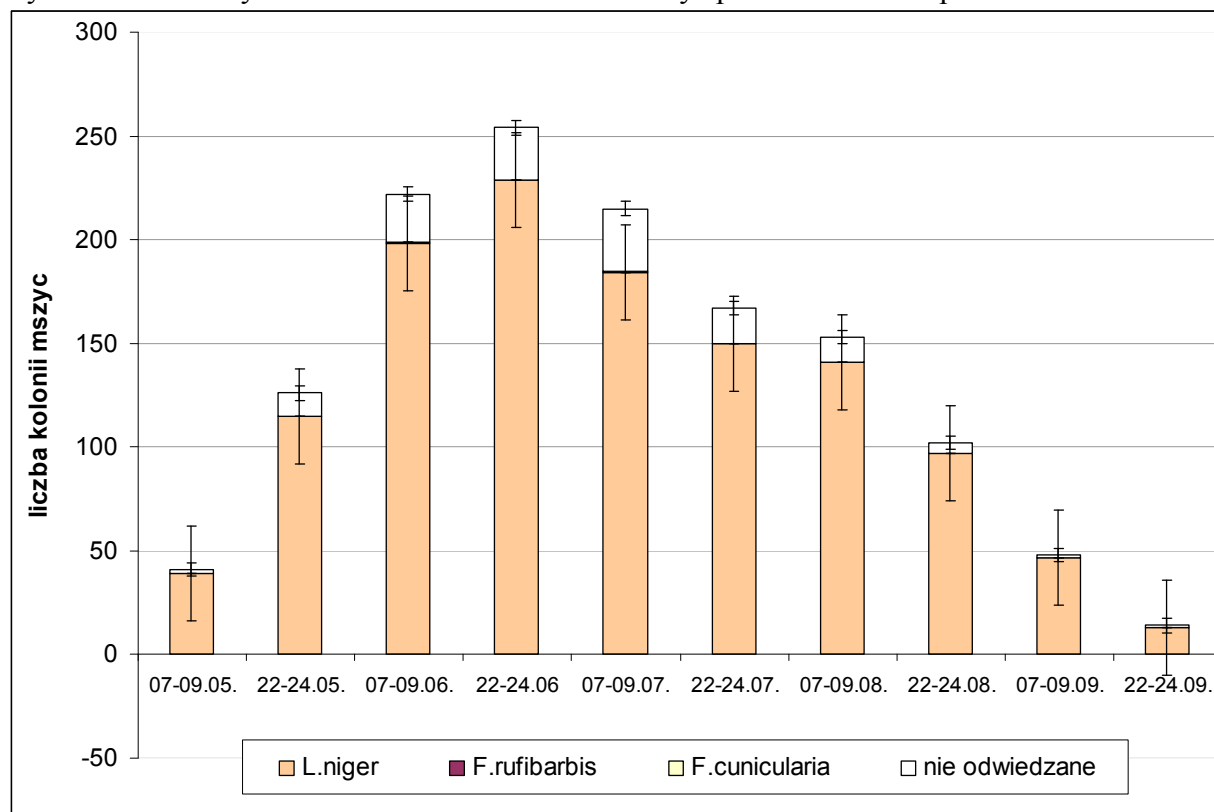


Ryc. 55. Roczna dynamika penetracji podłoża przez mrówki na powierzchni 6.

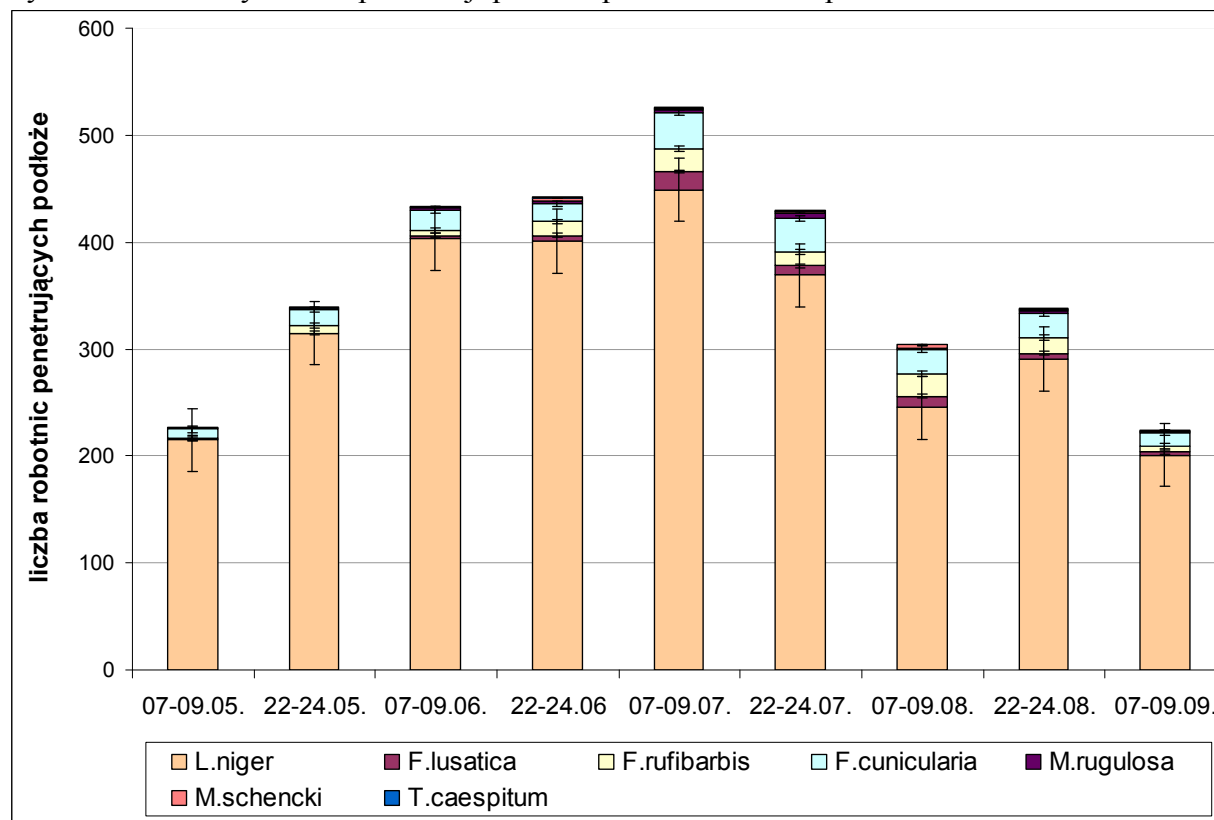




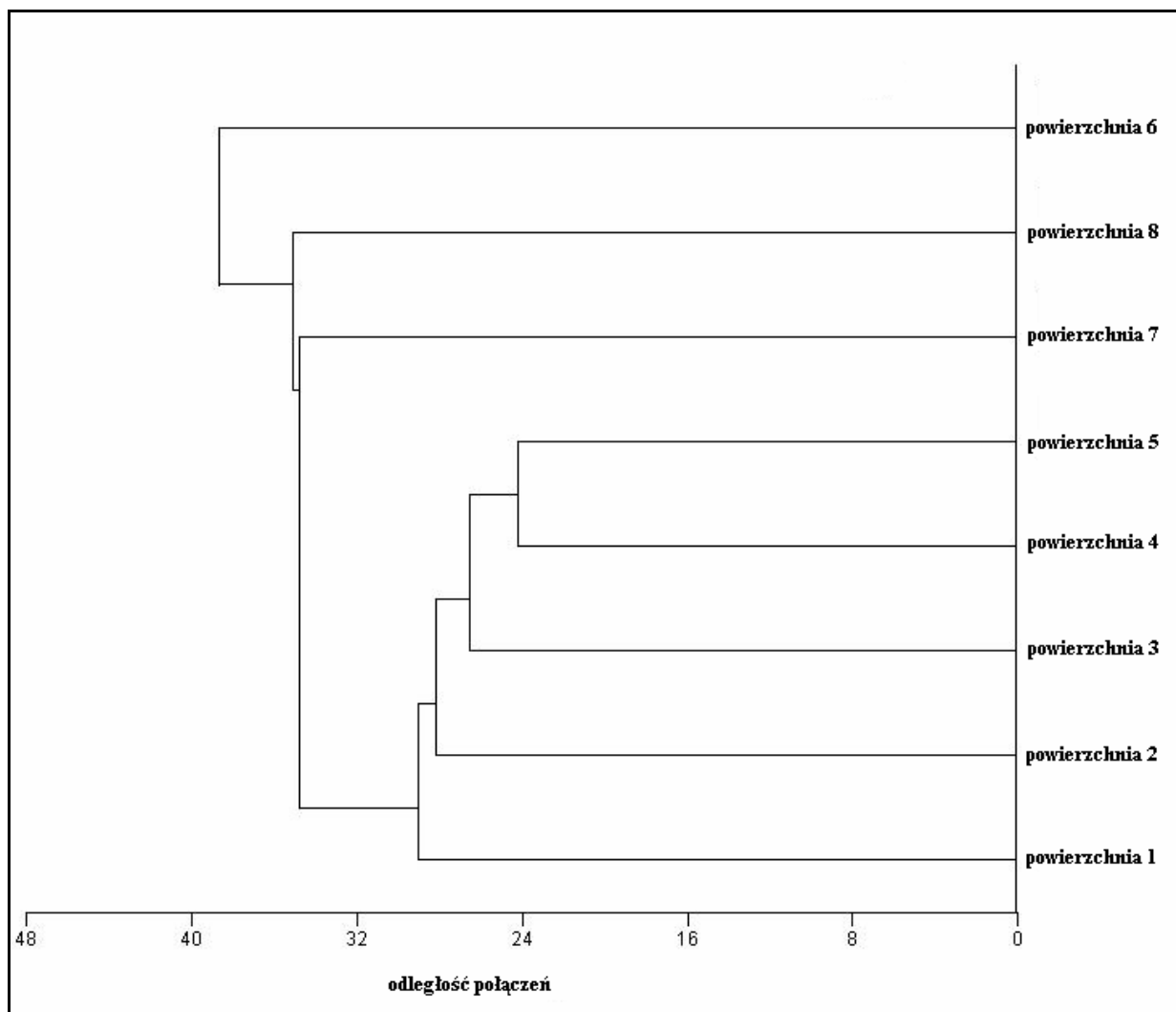
Ryc. 56. Roczna dynamika odwiedzania kolonii mszyc przez mrówki na powierzchni 7.



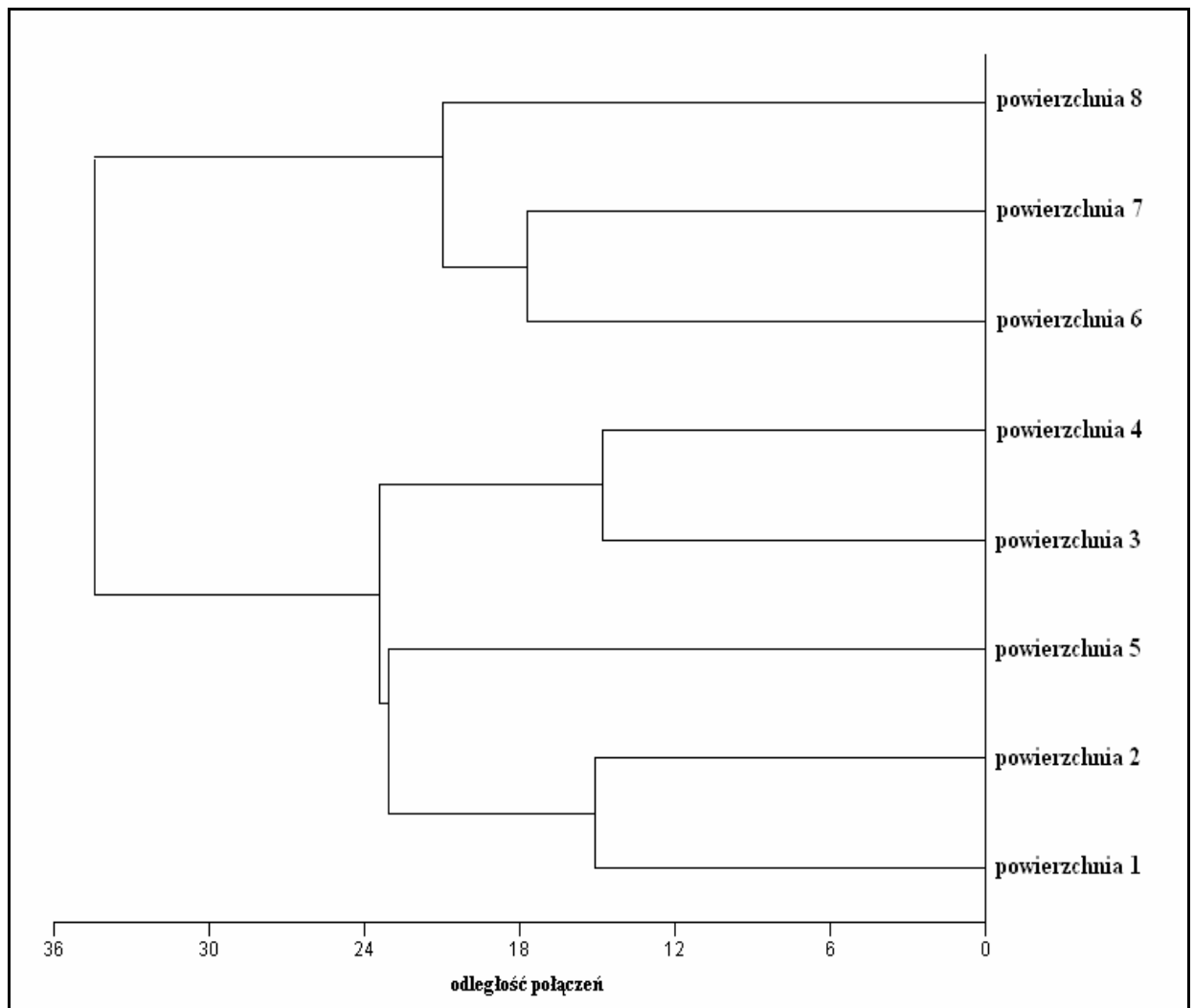
Ryc. 57. Roczna dynamika penetracji podłoża przez mrówki na powierzchni 7.



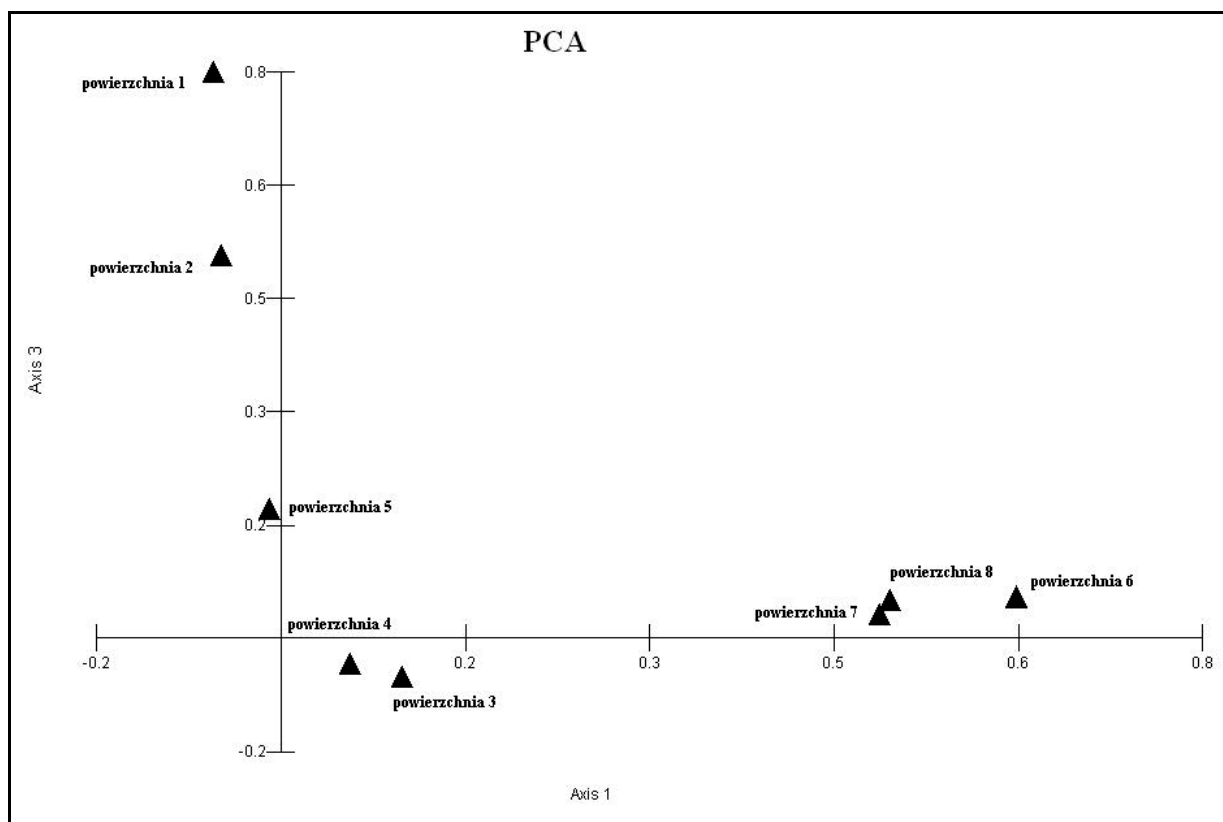
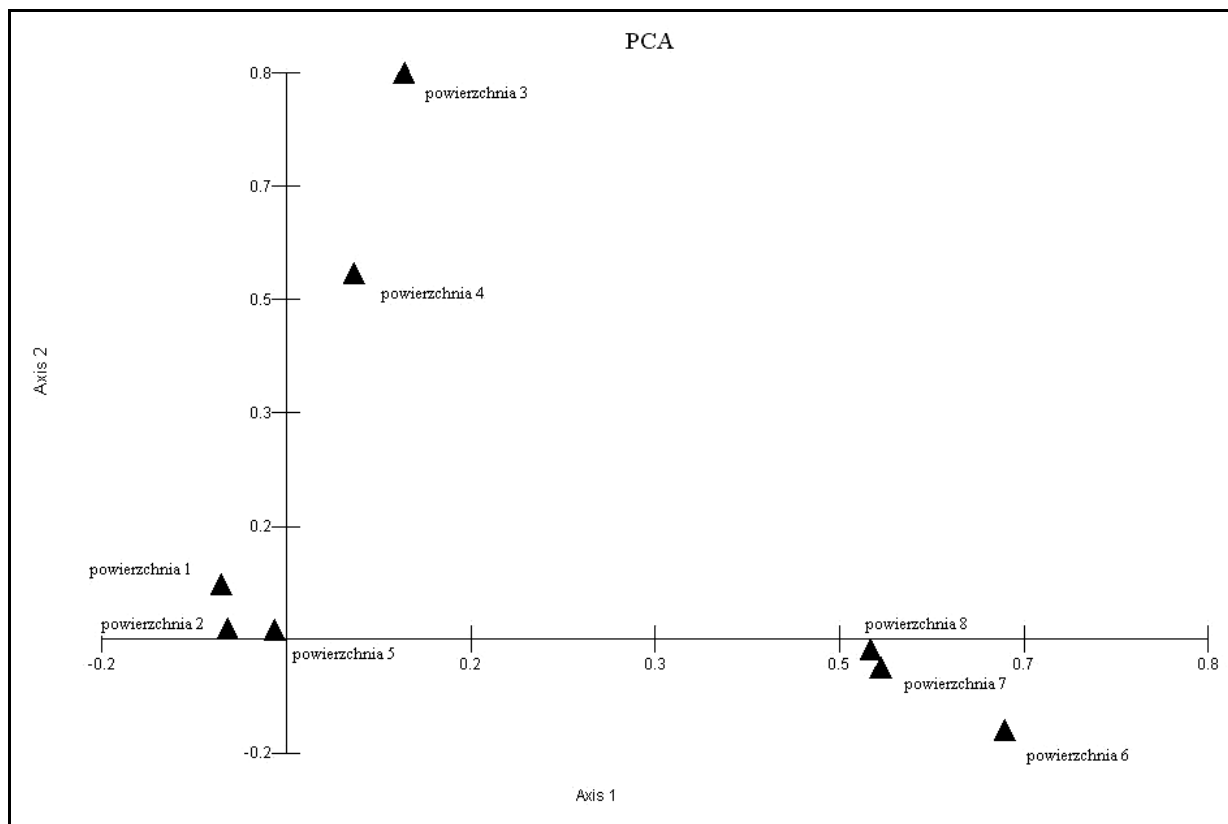
Ryc. 58. Dendrogram odległości euklidesowych podobieństw zgrupowań obliczonych na podstawie liczebności osobników wszystkich gatunków mszyc; metoda Warda (pow. 1 i 2 – *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; pow. 3 i 4 – *Molinietum caeruleae*; pow. 5 – *Filipendulion ulmariae*; pow. 6 i 7 – *Sileno-Phleetum*; pow. 8 – *Cirsio-Brachypodion*).



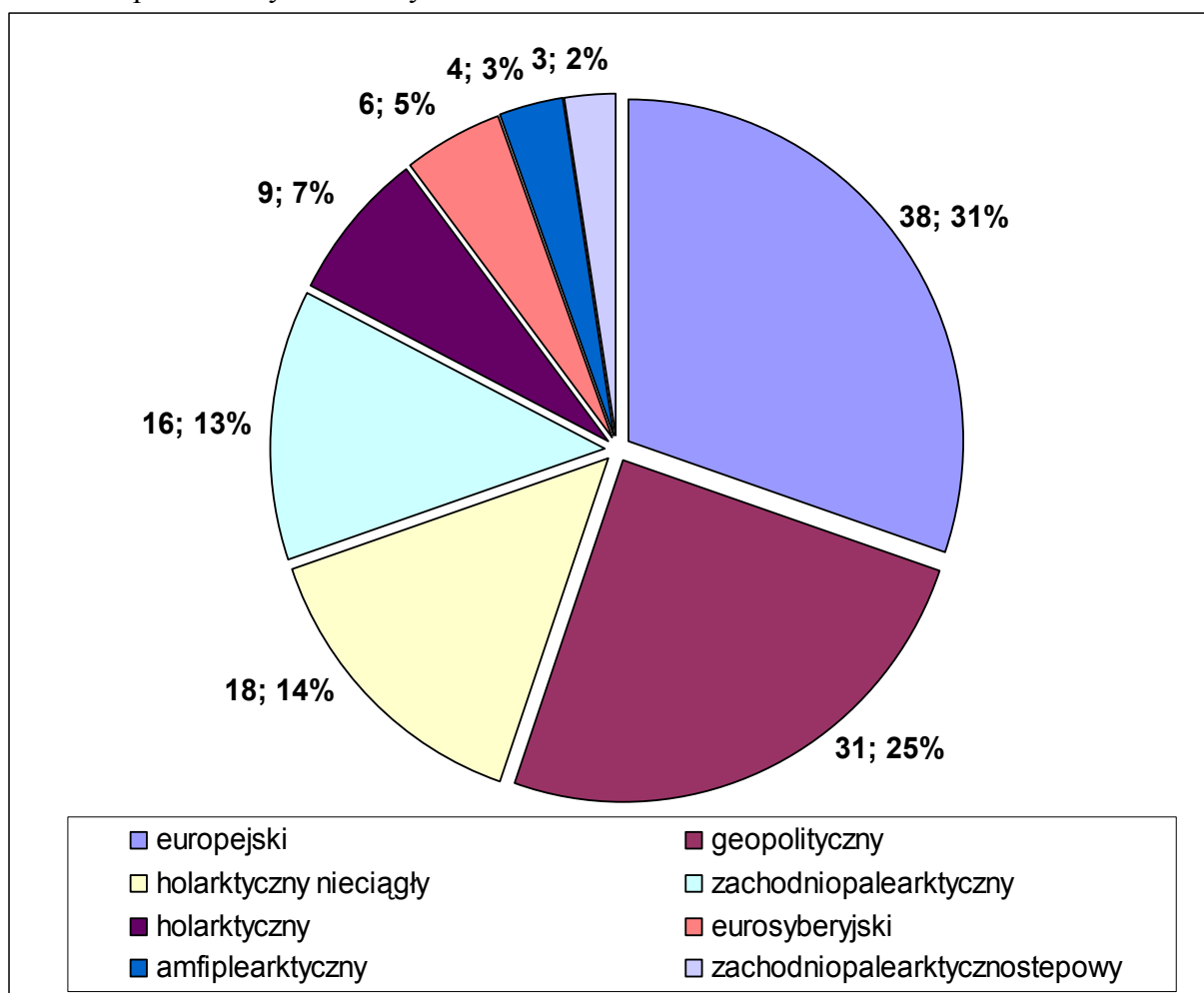
Ryc. 59. Dendrogram odległości euklidesowych podobieństw zgrupowań obliczonych na podstawie liczebności osobników dominujących gatunków mszyc; metoda Warda (pow. 1 i 2 – *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; pow. 3 i 4 – *Molinietum caeruleae*; pow. 5 – *Filipendulion ulmariae*; pow. 6 i 7 – *Sileno-Phleetum*; pow. 8 – *Cirsio-Brachypodion*).



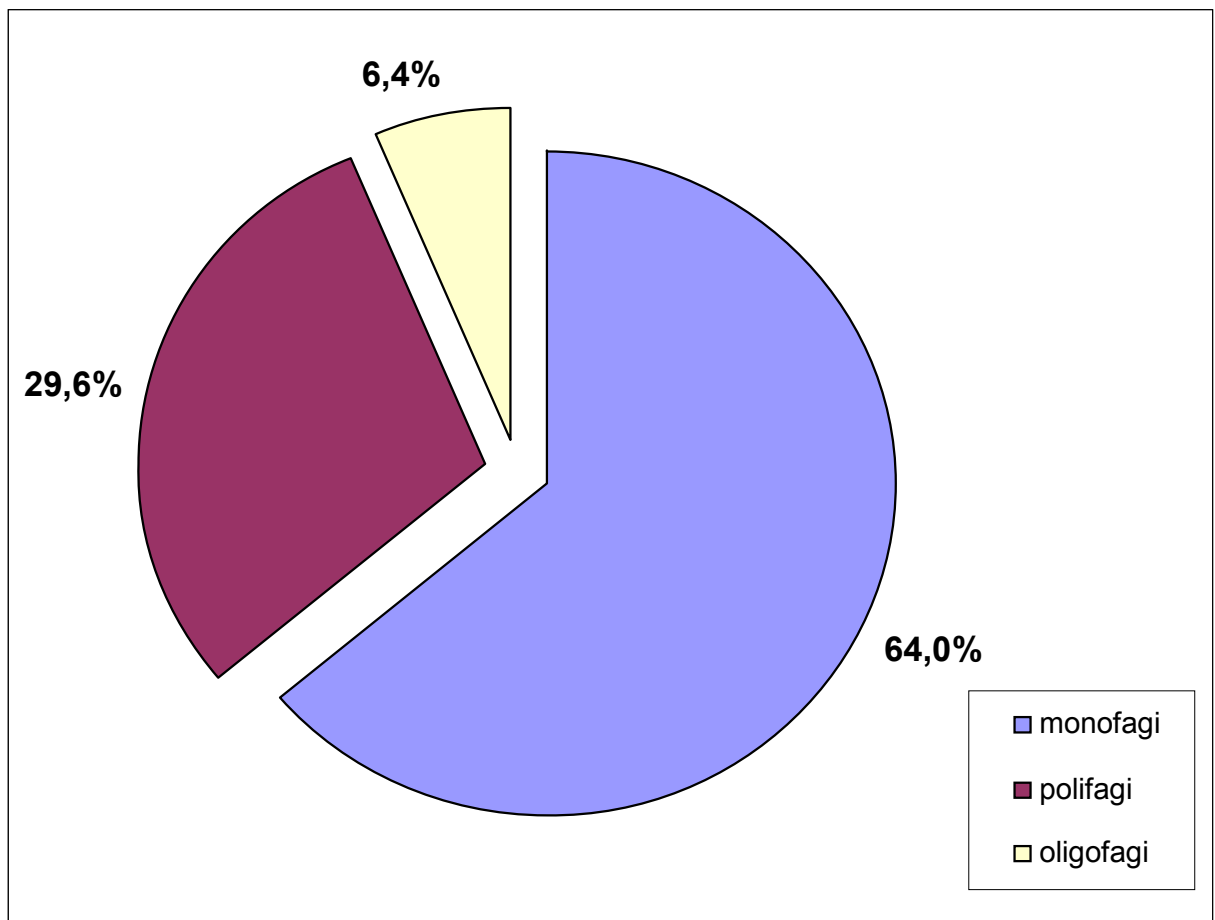
Ryc. 60. PCA powierzchni 1-8 na podstawie liczebności osobników wszystkich gatunków mszyc (pow. 1 i 2 – *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; pow. 3 i 4 – *Molinietum caeruleae*; pow. 5 – *Filipendulion ulmariae*; pow. 6 i 7 – *Sileno-Phleetum*; pow. 8 – *Cirsio-Brachypodion*).



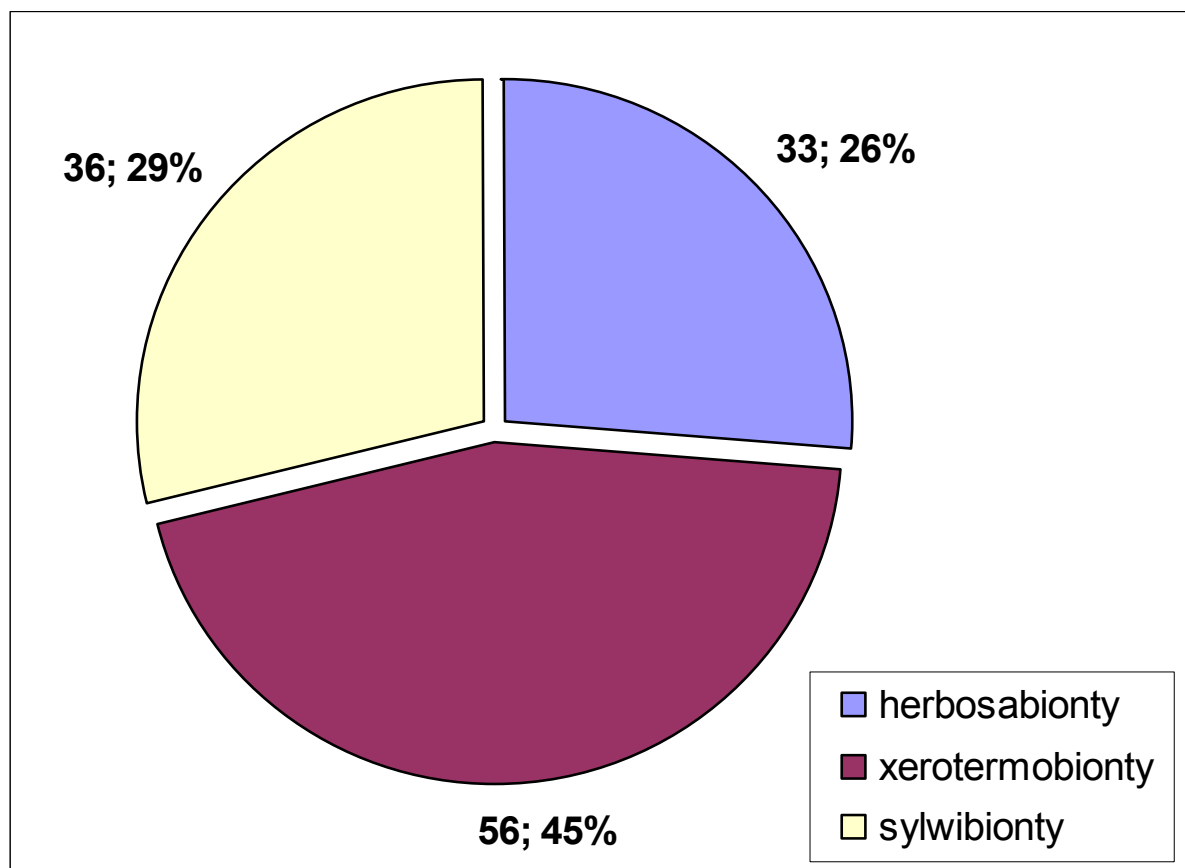
Ryc. 61. Liczba gatunków mszyc należących do poszczególnych elementów chorologicznych i ich udział procentowy w zebranych materiale.



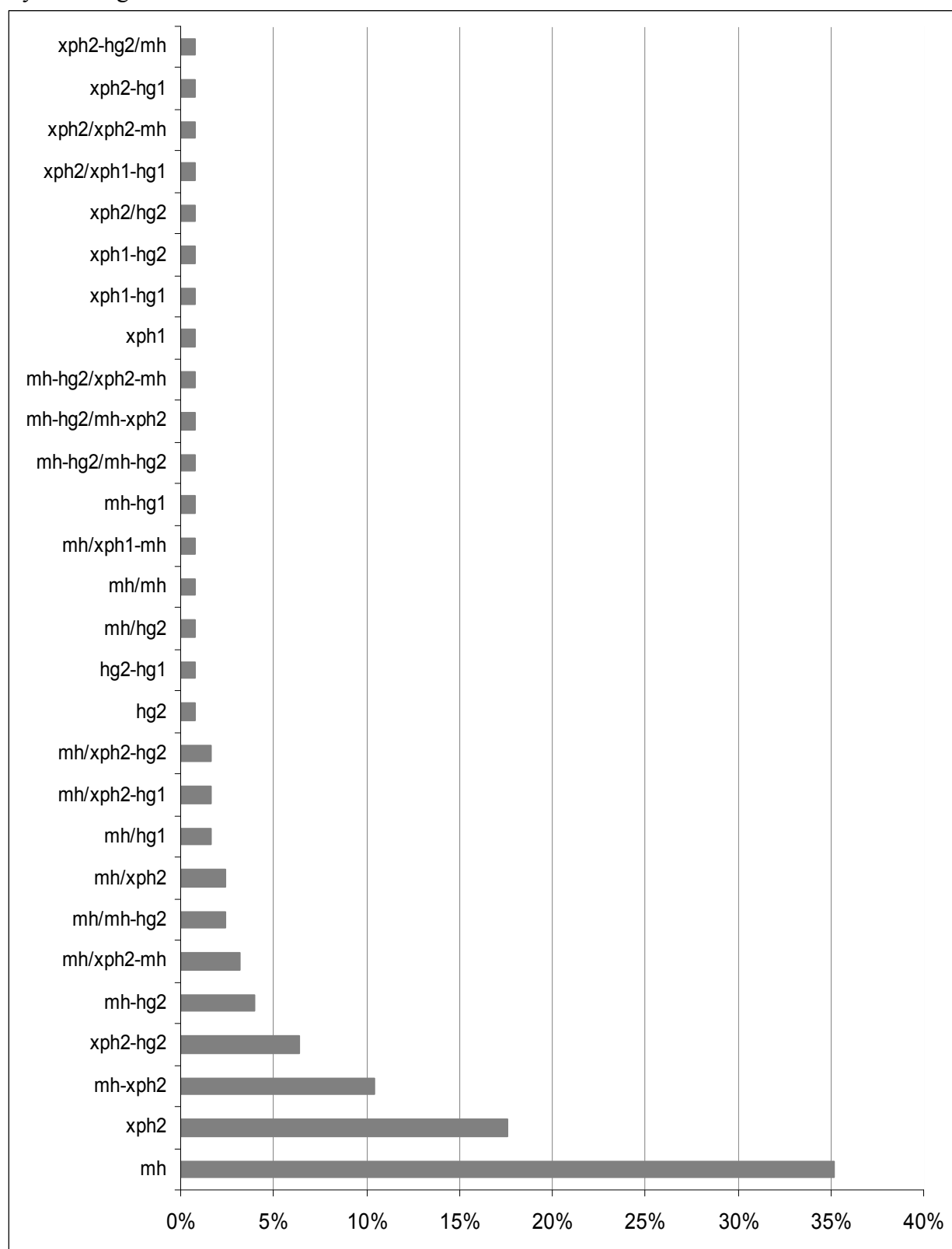
Ryc. 62. Procentowy udział elementów ekologicznych w zebranych materiale w oparciu o związki troficzne.



Ryc. 63. Liczba gatunków mszyc należących do poszczególnych elementów ekologicznych w oparciu o kryteria środowiskowe i ich udział procentowy w zebranych materiale.

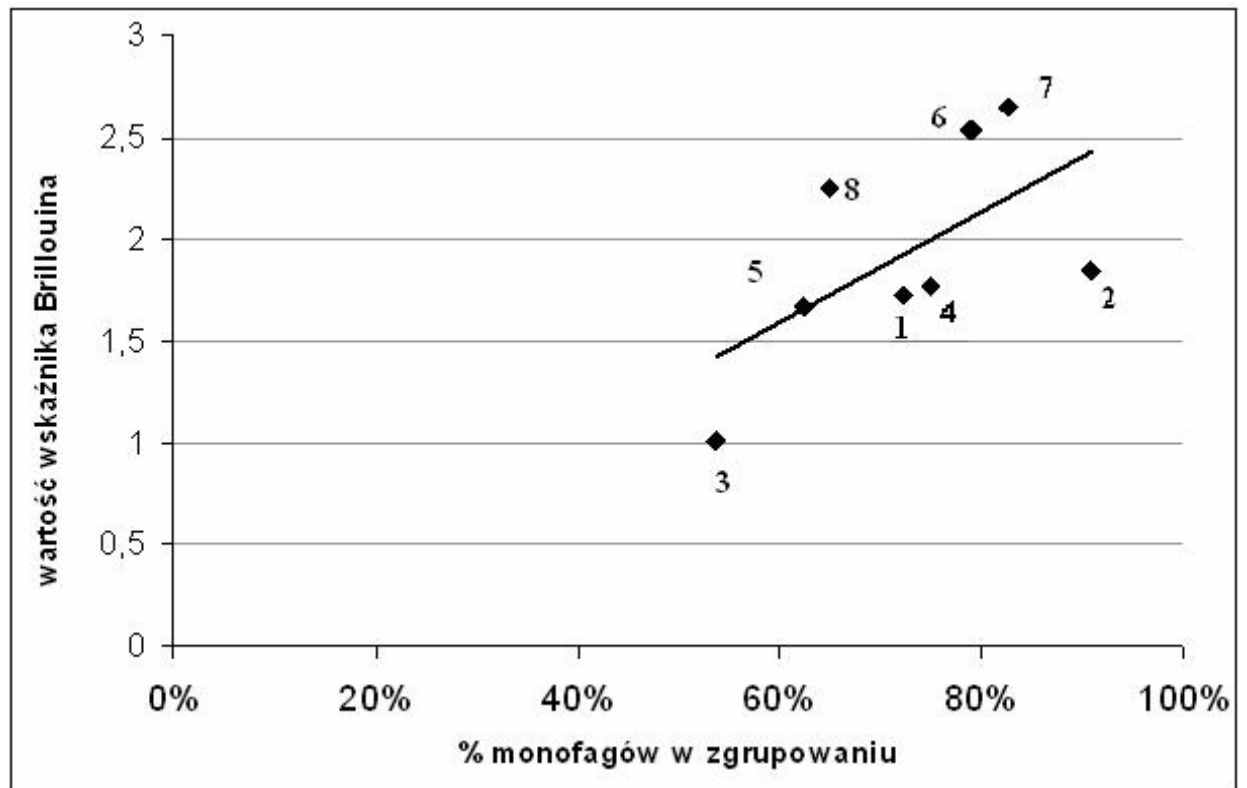


Ryc. 64. Procentowy udział elementów ekologicznych w zebranych materiale w oparciu o kryteria wilgotnościowe.

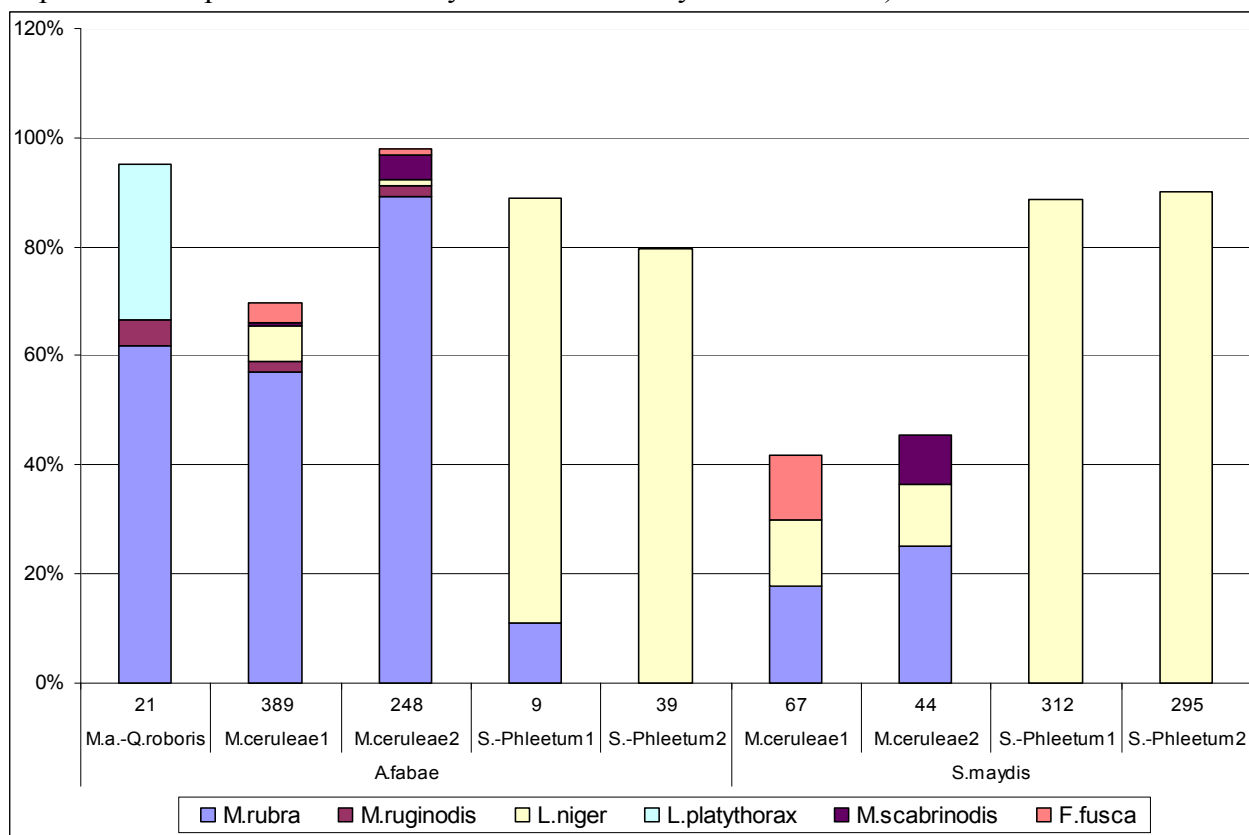




Ryc. 65. Zależność wartości wskaźnika różnorodności Brillouina od udziału monofagów w zgrupowaniu (cyfry oznaczają numer powierzchni: pow. 1 i 2 – *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; pow. 3 i 4 – *Molinietum caeruleae*; pow. 5 – *Filipendulion ulmariae*; pow. 6 i 7 – *Sileno-Phleetum*; pow. 8 – *Cirsio-Brachypodion*).



Ryc. 66. Procent kolonii mszyc odwiedzanych przez poszczególne gatunki mrówek w różnych zbiorowiskach (na osi x zaznaczono gatunek mszycy, zbiorowisko i liczbę odnotowanych kolonii mszyc, na osi y udział procentowy poszczególnych gatunków mrówek – wysokość słupka oznacza procent odwiedzanych kolonii w danym zbiorowisku).



Tab. 1. Dane klimatyczne obszaru badań.

rok: m-c:	średnia temperatura miesięczna				opady			
	1971-2000	2005	2006	2007	1971-2000	2005	2006	2007
<b>I</b>	-2,1	0,1	-7,4	3,2	37	61	38	102
<b>II</b>	-0,5	-3,5	-3,2	1,9	35	30	56	55
<b>III</b>	3,5	0,4	0,0	6,1	42	33	60	41
<b>IV</b>	8,0	8,8	9,1	9,7	52	24	57	15
<b>V</b>	13,1	13,3	13,3	15,1	77	60	64	38
<b>VI</b>	16,0	15,9	17,3	18,6	85	45	88	76
<b>VII</b>	17,7	18,9	21,5	19,3	105	142	71	79
<b>VIII</b>	17,6	16,6	17,2	18,7	80	73	135	76
<b>IX</b>	13,5	14,7	15,9	12,5	65	47	53	136
<b>X</b>	8,7	9,9	11,1	8,2	55	7	28	44
<b>XI</b>	3,1	2,8	6,4	1,7	49	45	82	70
<b>XII</b>	-0,3	-1,2	3,6	-0,4	47	87	36	32
rok:	8,2	8,1	8,7	9,6	729	654	768	764

Tab. 2. Wykaz gatunków mszyc znalezionych w badanych zbiorowiskach roślinnych.

Lp.	powierzchnia: gatunek:	1	2	3	4	5	6	7	8
	<b><i>Pemphigidae</i></b>								
1.	<i>Pemphigus bursarius</i> (Linnaeus)	0	0	0	0	0	1	0	1
2.	<i>Tetraneura ulmi</i> (Linnaeus)	1	1	1	1	1	1	1	1
3.	<i>Prociphilus bumeliae</i> (Schrank)	1	1	0	0	0	0	0	0
4.	<i>Geoica setulosa</i> (Passerini)	0	0	1	1	0	0	0	0
5.	<i>Geoica utricularia</i> (Passerini)	0	0	1	1	1	0	0	0
6.	<i>Forda formicaria</i> Heyden	0	0	1	1	1	1	1	1
7.	<i>Forda marginata</i> Koch	0	0	1	1	0	1	1	1
	<b><i>Anoeciidae</i></b>								
8.	<i>Anoecia corni</i> (Fabricius)	0	0	1	1	1	1	1	1
9.	<i>Anoecia nemoralis</i> Börner	0	0	1	1	0	1	0	0
10.	<i>Anoecia pscovica</i> Mordvilko	0	0	0	0	0	0	0	1
	<b><i>Drepanosiphidae</i></b>								
11.	<i>Glyphina betulae</i> (Linnaeus)	0	0	0	0	0	0	0	1
12.	<i>Thelaxes dryophila</i> (Schrank)	1	1	1	0	0	0	0	0
13.	<i>Drepanosiphum platanoidis</i> (Schrank)	1	1	0	0	0	0	0	0
14.	<i>Euceraphis betulae</i> (Koch)	1	1	0	0	0	0	0	0
15.	<i>Eucallipterus tiliae</i> (Linnaeus)	1	1	0	0	0	0	0	0
16.	<i>Kallistaphis betulicola</i> (Kaltenbach)	0	0	0	0	0	0	0	1
17.	<i>Myzocallis coryli</i> (Goetze)	1	1	0	0	0	0	0	0
18.	<i>Symydobius oblongus</i> (Heyden)	0	0	0	0	0	0	0	1
19.	<i>Tuberculoides annulatus</i> (Hartig)	1	1	0	0	0	0	0	0
20.	<i>Therioaphis trifolii</i> (Monell)	0	0	0	0	0	1	0	0
21.	<i>Periphyllus aceris</i> (Linnaeus)	1	0	0	0	0	0	0	0
22.	<i>Periphyllus testudinaceus</i> (Ferne)	1	1	0	0	0	0	0	0
23.	<i>Chaitophorus populeti</i> (Panzer)	1	1	1	1	1	0	0	0
24.	<i>Chaitophorus tremulae</i> Koch	1	1	0	0	1	0	0	0
25.	<i>Chaitophorus salicti</i> (Schrank)	0	1	0	0	0	0	0	0
26.	<i>Sipha maydis</i> Kaltenbach	0	0	1	1	1	1	1	1
27.	<i>Laingia psammae</i> Theobald	0	0	0	1	1	0	0	0
	<b><i>Aphididae</i></b>								
28.	<i>Anuraphis catoni</i> Hille Ris Lambers	0	0	0	0	0	0	0	1

29.	<i>Anuraphis subterranea</i> (Walker)	0	0	0	0	0	1	0	0
30.	<i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus)	0	0	1	1	0	0	0	1
31.	<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach)	0	0	0	0	0	0	0	1
32.	<i>Brachycaudus lychnidis</i> (Linnaeus)	0	0	0	0	0	1	1	1
33.	<i>Brachycaudus tragopogonis</i> (Kaltenbach)	0	0	0	0	0	1	1	0
34.	<i>Acaudinum centaureae</i> (Koch)	0	0	0	0	0	1	1	1
35.	<i>Dysaphis angelicae</i> (Koch)	0	0	0	0	0	1	0	0
36.	<i>Dysaphis bononii</i> (Hille Ris Lambers)	0	0	0	0	0	1	1	1
37.	<i>Dysaphis peucedani</i> (Szelegiewicz)	0	0	0	0	0	1	0	0
38.	<i>Dysaphis crataegi</i> (Kaltenbach)	0	0	0	0	0	1	1	1
39.	<i>Hyadaphis foeniculi</i> (Passerini)	0	0	0	0	0	1	1	0
40.	<i>Hyadaphis sphondylii</i> (Koch)	0	0	0	0	0	0	0	1
41.	<i>Semiaphis dauci</i> (Fabricius)	0	0	0	0	0	1	1	1
42.	<i>Semiaphis pimpinellae</i> (Kaltenbach)	0	0	0	0	0	1	1	1
43.	<i>Hydaphias molluginis</i> Börner	0	0	0	0	0	1	0	1
44.	<i>Cavariella theobaldi</i> (Gilette et Bragg)	0	0	1	0	0	0	0	0
45.	<i>Galiobium langei</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	1	1
46.	<i>Myzus cerasi</i> (Fabricius)	1	0	0	0	0	0	0	0
47.	<i>Myzus lythri</i> (Schrank)	0	0	1	0	0	0	0	0
48.	<i>Myzosiphon staphyleae</i> (Koch)	0	0	0	0	0	1	0	0
49.	<i>Hyperomyzus picridis</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	1	0
50.	<i>Impatiens asiaticum</i> Nevsky	0	1	0	0	0	0	0	0
51.	<i>Capitophorus carduinus</i> (Walker)	0	0	1	1	0	0	0	0
52.	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris)	0	0	0	0	0	1	0	0
53.	<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach)	0	0	1	1	1	0	0	0
54.	<i>Sitobion avenae</i> (Fabricius)	0	1	0	0	0	0	0	0
55.	<i>Sitobion fragariae</i> (Walker)	1	1	0	0	0	0	0	0
56.	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	0	1	1	0	0	0	0	0
57.	<i>Macrosiphum stellariae</i> Theobald	0	0	1	0	0	0	0	0
58.	<i>Corylobium avellanae</i> (Schrank)	1	1	0	0	0	0	0	0
59.	<i>Macrosiphoniella artemisiae</i> (Boyer de Fonscolombe)	0	0	0	0	1	0	0	0
60.	<i>Macrosiphoniella millefolli</i> (De Geer)	0	0	0	1	0	0	0	0
61.	<i>Uroleucon cichorii</i> (Koch)	0	0	0	0	0	1	1	1
62.	<i>Uroleucon cirsii</i> (Linnaeus)	0	0	1	1	0	0	0	0

63.	<i>Uroleucon jaceae</i> (Linnaeus)	0	0	0	1	0	1	1	0
64.	<i>Uroleucon nigrocampanulae</i> (Theobald)	0	0	0	0	0	1	1	0
65.	<i>Uroleucon obscurum</i> (Koch)	0	1	1	1	0	1	1	1
66.	<i>Uroleucon picridis</i> (Fabricius)	0	0	0	0	0	1	1	0
67.	<i>Uroleucon sonchi</i> (Geoffroy)	0	0	0	0	0	1	0	0
68.	<i>Ammiaphis sii</i> (Koch)	0	0	0	0	0	1	1	0
69.	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy)	0	0	1	1	0	0	0	0
70.	<i>Rhopalosiphum insertum</i> (Walker)	0	0	0	0	0	1	0	0
71.	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)	0	0	1	1	0	0	0	0
72.	<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus)	1	0	1	0	0	0	0	0
73.	<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani)	0	0	1	0	1	0	0	0
74.	<i>Aphis acetosae</i> Linnaeus	0	0	1	1	0	1	1	1
75.	<i>Aphis berteroe</i> Szelegiewicz	0	0	0	0	0	0	0	1
76.	<i>Aphis chloris</i> Koch	0	0	0	0	0	0	0	1
77.	<i>Aphis confusa</i> Walker	0	0	0	0	0	1	1	1
78.	<i>Aphis corniella</i> (Hille Ris Lambers)	1	0	0	0	0	0	0	0
79.	<i>Aphis craccivora</i> Koch	0	0	0	0	0	1	0	1
80.	<i>Aphis crepidis</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	1	1
81.	<i>Aphis epilobii</i> Kaltenbach	1	1	0	0	0	0	0	0
82.	<i>Aphis epipactis</i> Theobald	1	1	0	0	0	0	0	0
83.	<i>Aphis euphorbiae</i> Kaltenbach	0	0	0	0	0	1	1	0
84.	<i>Aphis fabae</i> Scopoli	1	1	1	1	0	1	1	1
85.	<i>Aphis farinosa</i> Gmelin	0	1	0	0	0	0	0	0
86.	<i>Aphis frangulae</i> Kaltenbach	1	1	0	0	0	0	0	0
87.	<i>Aphis galliscabri</i> Schrank	0	0	1	0	0	0	0	1
88.	<i>Aphis gossypi</i> Glover	0	0	0	0	0	1	0	0
89.	<i>Aphis helianthemis</i> Ferrari	0	0	0	1	0	0	0	0
90.	<i>Aphis hieracii</i> Schrank	1	0	0	0	0	1	1	1
91.	<i>Aphis idaei</i> van der Goot	1	1	0	0	0	0	0	0
92.	<i>Aphis intybi</i> Koch	0	0	0	0	0	1	1	1
93.	<i>Aphis jacobae</i> Schrank	0	0	0	0	0	1	1	1
94.	<i>Aphis lambersi</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	1	0
95.	<i>Aphis molluginis</i> (Börner)	0	0	0	0	0	0	0	1
96.	<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach	0	0	0	1	0	0	0	0
97.	<i>Aphis ochropus</i> Koch	0	0	0	0	0	0	0	1

98.	<i>Aphis picridis</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	0	0
99.	<i>Aphis pilosellae</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	1	0
100.	<i>Aphis podagrariae</i> Schrank	1	1	1	1	0	0	0	0
101.	<i>Aphis pomi</i> De Geer	1	1	0	0	0	0	0	1
102.	<i>Aphis ruborum</i> (Börner)	1	1	0	0	0	0	0	0
103.	<i>Aphis rumicis</i> Linnaeus	1	0	1	1	0	1	0	0
104.	<i>Aphis sambuci</i> Linnaeus	1	1	0	0	0	0	0	0
105.	<i>Aphis schilderi</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	0	0
106.	<i>Aphis sedi</i> Kaltenbach	0	0	0	0	0	1	1	0
107.	<i>Aphis subnitida</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	1	0
108.	<i>Aphis taraxacicola</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	0	0
109.	<i>Aphis ulmariae</i> Schrank	0	0	1	1	1	0	0	0
110.	<i>Aphis umbrella</i> (Boerner)	0	0	0	0	0	1	1	0
111.	<i>Aphis urticata</i> Fabricius	0	0	0	1	1	0	0	0
112.	<i>Aphis viburni</i> Scopoli	1	1	0	0	0	0	0	0
113.	<i>Aphis violae</i> Schouteden	0	0	0	0	0	0	1	0
114.	<i>Protaphis carlinae</i> (Börner)	0	0	0	0	0	1	1	0
115.	<i>Pterocomma populeum</i> (Kaltenbach)	1	1	0	0	0	0	0	0
116.	<i>Pterocomma tremulae</i> Börner	1	1	0	0	0	0	0	0
	<b><i>Lachnidae</i></b>								
117.	<i>Lachnus roboris</i> (Linnaeus)	1	0	1	0	0	0	0	0
118.	<i>Tuberolachnus salignus</i> (Gmelin)	0	1	0	0	0	0	0	0
119.	<i>Protrama longitarsis</i> (Ferrari)	0	0	0	0	0	0	1	0
120.	<i>Trama rara</i> Mordvilko	0	0	0	0	0	1	1	0
121.	<i>Trama troglodytes</i> von Heyden	0	0	0	0	0	1	1	1
122.	<i>Trama centaureae</i> Börner	0	0	0	0	0	1	0	0
123.	<i>Cinara pruinosa</i> (Hartig)	1	0	0	0	0	0	0	0
124.	<i>Cinara piceicola</i> (Cholodkovsky)	1	0	0	0	0	0	0	0
125.	<i>Cinara pinea</i> (Mordvilko)	0	1	0	0	0	0	0	0

Tab. 3. Podobieństwa jakościowe badanych zbiorowisk na podstawie współczynnika Marczewskiego – Steinhausa.

powierzchnia:	1	2	3	4	5	6	7	8
1	100%	59,52%	14,29%	8,93%	6,82%	4,71%	4,35%	5,71%
2		100%	12,50%	9,43%	7,14%	3,57%	4,48%	5,97%
3			100%	58,33%	26,47%	13,33%	13,33%	16,95%
4				100%	33,33%	15,49%	16,07%	15,79%
5					100%	6,25%	8,51%	8,33%
6						100%	63,16%	36,23%
7							100%	40,00%



Tab. 4. Wykaz gatunków wyróżniających i charakterystycznych dla zgrupowań mszyc związanych z poszczególnymi typami badanych zbiorowisk roślinnych, w oparciu o wskaźnik W (M.c.-Q.r. - *Molinio caeruleae* – *Quercetum roboris*, M.c. - *Molinietum caeruleae*, S.-Ph. – *Sileno-Phleetum*; \*\* - gatunek charakterystyczny, \* - gatunek wyróżniający).

<div>zbiorowisko:</div> <div>gatunek:</div>	M.c.-Q.r.	M.c.	S.-Ph.
<i>Ammiaphis sii</i>			*
<i>Aphis euphorbiae</i>			**
<i>Aphis fabae</i>		**	
<i>Aphis frangulae</i>	*		
<i>Aphis idaei</i>	*		
<i>Aphis lambersi</i>			*
<i>Aphis podagrariae</i>		*	
<i>Aphis pomi</i>	*		
<i>Aphis ruborum</i>	*		
<i>Aphis sedi</i>			*
<i>Aphis subnitida</i>			*
<i>Aphis viburni</i>	*		
<i>Brachycaudus cardui</i>		**	
<i>Brachycaudus lychnidis</i>			**
<i>Brachycaudus tragopogonis</i>			*
<i>Chaitophorus populeti</i>	**		
<i>Chaitophorus tremulae</i>	**		
<i>Dysaphis bonomii</i>			**
<i>Galiobium langei</i>			**
<i>Hyadaphis foeniculi</i>			**
<i>Hyperomyzus picridis</i>			*
<i>Semiaphis dauci</i>			**
<i>Thelaxes dryophila</i>	**		
<i>Uroleucon nigrocampanulae</i>			*

Tab. 5. Struktura dominacji na powierzchni 1.

	liczba odnotowanych kolonii			<i>D</i>	klasa dominacji
	2006	2007	suma		
<i>C. populeti</i>	191	121	312	45,09%	superdominant
<i>A. idaei</i>	57	70	127	18,35%	eudominant
<i>A. frangulae</i>	41	47	88	12,72%	eudominant
<i>C. tremulae</i>	29	37	66	9,54%	dominant
<i>A. fabae</i>	13	8	21	3,03%	subdominant
<i>T. dryophila</i>	13	2	15	2,17%	subdominant
<i>S. fragariae</i>		14	14	2,02%	recedent
<i>P. bumeliae</i>	4	4	8	1,16%	recedent
<i>Pt. tremulae</i>	7		7	1,01%	subrecedent
<i>A. ruborum</i>	4	2	6	0,87%	subrecedent
<i>A. sambuci</i>	4	2	6	0,87%	subrecedent
<i>A. epipactis</i>	6		6	0,87%	subrecedent
<i>A. viburni</i>	2	3	5	0,72%	subrecedent
<i>A. pomi</i>		3	3	0,43%	subrecedent
<i>M. coryli</i>		3	3	0,43%	subrecedent
<i>P. testudinaceus</i>		2	2	0,29%	subrecedent
<i>T. annulatus</i>	2		2	0,29%	subrecedent
<i>C. avellanae</i>		1	1	0,14%	subrecedent

Tab. 6. Stałość występowania gatunków mszyc (C), współczynnik Q i przynależność ekologiczna w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 1.

	C	Q	klasa stałości	
<i>C. populeti</i>	89,13%	0,6339	eukonstant	monofag
<i>A. frangulae</i>	63,06%	0,2832	konstant	polifag, różnodomny
<i>A. idaei</i>	56,54%	0,3221	konstant	monofag
<i>C. tremulae</i>	41,32%	0,1985	akcesor	monofag
<i>S. fragariae</i>	17,39%	0,0593	akcydent	polifag, różnodomny
<i>T. dryophila</i>	17,37%	0,0614	akcydent	monofag
<i>P. tremulae</i>	13,05%	0,0363	akcydent	monofag
<i>A. fabae</i>	10,85%	0,0573	akcydent	polifag, różnodomny
<i>A. epipactis</i>	10,85%	0,0307	akcydent	monofag
<i>A. ruborum</i>	8,70%	0,0275	akcydent	monofag
<i>A. sambuci</i>	8,67%	0,0275	akcydent	polifag, różnodomny
<i>P. bumeliae</i>	6,52%	0,0275	akcydent	polifag, różnodomny
<i>A. viburni</i>	6,52%	0,0217	akcydent	monofag
<i>A. pomi</i>	4,35%	0,0137	akcydent	monofag
<i>M. coryli</i>	4,35%	0,0137	akcydent	monofag
<i>P. testudinaceus</i>	4,35%	0,0112	akcydent	monofag
<i>C. avellanae</i>	4,35%	0,0078	akcydent	monofag
<i>T. annulatus</i>	2,15%	0,0079	akcydent	monofag

Tab. 7. Struktura dominacji na powierzchni 2.

	liczba odnotowanych kolonii			<i>D</i>	klasa dominacji
	2006	2007	suma		
<i>A. frangulae</i>	49	132	181	29,15%	eudominant
<i>C. populeti</i>	78	63	141	22,71%	eudominant
<i>C. tremulae</i>	28	61	89	14,33%	eudominant
<i>I. asiaticum</i>	35	38	73	11,76%	eudominant
<i>A. idaei</i>	25	38	63	10,14%	eudominant
<i>T. dryophila</i>	15	13	28	4,51%	subdominant
<i>A. viburni</i>	8	19	27	4,35%	subdominant
<i>A. pomi</i>		6	6	0,97%	subrecedent
<i>C. salicti</i>		5	5	0,81%	subrecedent
<i>D. platanoidis</i>	4	1	5	0,81%	subrecedent
<i>A. ruborum</i>		3	3	0,48%	subrecedent

Tabela 8. Stałość występowania gatunków mszyc (*C*), współczynnik *Q* i przynależność ekologiczna w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 2.

	<i>C</i>	<i>Q</i>	klasa stałości	
<i>A. frangulae</i>	56,82%	0,4070	konstant	polifag, różnodomny
<i>C. populeti</i>	56,36%	0,3578	konstant	monofag
<i>A. idaei</i>	36,81%	0,1932	akcesor	monofag
<i>C. tremulae</i>	31,04%	0,2109	akcesor	monofag
<i>I. asiaticum</i>	25,91%	0,1746	akcesor	monofag
<i>T. dryophila</i>	24,54%	0,1052	akcydent	monofag
<i>A. viburni</i>	7,92%	0,0587	akcydent	monofag
<i>A. ruborum</i>	7,92%	0,0195	akcydent	monofag
<i>A. pomi</i>	7,14%	0,0263	akcydent	monofag
<i>C. salicti</i>	7,14%	0,0240	akcydent	monofag
<i>D. platanoidis</i>	4,30%	0,0187	akcydent	monofag

Tab. 9. Struktura dominacji na powierzchni 3.

	liczba odnotowanych kolonii			<i>D</i>	klasa dominacji
	2006	2007	suma		
<i>A. fabae</i>	282	107	389	73,12%	superdominant
<i>S. maydis</i>	10	57	67	12,59%	eudominant
<i>A. solani</i>	13	9	22	4,14%	subdominant
<i>R. padi</i>		21	21	3,95%	subdominant
<i>T. dryophila</i>	5	3	8	1,50%	recedent
<i>A. rumicis</i>		6	6	1,13%	recedent
<i>A. podagrariae</i>	5		5	0,94%	subrecedent
<i>B. cardui</i>		5	5	0,94%	subrecedent
<i>A. acetosae</i>	3		3	0,56%	subrecedent
<i>A. ulmariae</i>	2		2	0,38%	subrecedent
<i>U. cirsii</i>		2	2	0,38%	subrecedent
<i>H. pruni</i>	1		1	0,19%	subrecedent
<i>U. obscurum</i>	1		1	0,19%	subrecedent

Tab. 10. Stałość występowania gatunków mszyc (*C*), współczynnik *Q* i przynależność ekologiczną w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 3.

	<i>C</i>	<i>Q</i>	klasa stałości	
<i>A. fabae</i>	96,67%	0,9832	eukonstant	polifag różnodomny
<i>A. solani</i>	30,00%	0,5477	akcesor	polifag jednodomny
<i>S. maydis</i>	23,33%	0,4830	akcydent	polifag jednodomny
<i>A. rumicis</i>	13,33%	0,3651	akcydent	monofag
<i>R. padi</i>	13,33%	0,3651	akcydent	polifag różnodomny
<i>T. dryophila</i>	13,33%	0,3651	akcydent	monofag
<i>A. acetosae</i>	6,67%	0,2583	akcydent	monofag
<i>A. podagrariae</i>	6,67%	0,2583	akcydent	monofag
<i>A. ulmariae</i>	6,67%	0,2583	akcydent	monofag
<i>H. pruni</i>	3,35%	0,1830	akcydent	polifag różnodomny
<i>U. obscurum</i>	3,35%	0,1830	akcydent	monofag
<i>B. cardui</i>	3,33%	0,1825	akcydent	polifag różnodomny
<i>U. cirsii</i>	3,33%	0,1825	akcydent	monofag

Tab. 11. Struktura dominacji na powierzchni 4.

	liczba odnotowanych kolonii			<i>D</i>	klasa dominacji
	2006	2007	suma		
<i>A. fabae</i>	126	122	248	49,70%	superdominant
<i>C. carduinus</i>	17	29	46	9,22%	dominant
<i>S. maydis</i>	29	15	44	8,82%	dominant
<i>B. cardui</i>	8	21	29	5,81%	dominant
<i>A. podagrariae</i>	21	6	27	5,41%	dominant
<i>A. ulmariae</i>	1	23	24	4,81%	subdominant
<i>U. jaceae</i>	12	10	22	4,41%	subdominant
<i>A. urticata</i>	8	10	18	3,61%	subdominant
<i>U. obscurum</i>	3	13	16	3,21%	subdominant
<i>A. acetosae</i>	11	3	14	2,81%	subdominant
<i>L. psammae</i>	6		6	1,20%	recedent
<i>C. populeti</i>	3	2	5	1,00%	subrecedent

Tab. 12. Stałość występowania gatunków mszyc (*C*), współczynnik *Q* i przynależność ekologiczna w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 4.

	<i>C</i>	<i>Q</i>	klasa stałości	
<i>A. fabae</i>	93,33%	0,6811	eukonstant	polifag różnodomny
<i>C. carduinus</i>	46,67%	0,2074	akcesor	monofag
<i>S. maydis</i>	33,33%	0,1715	akcesor	polifag jednodomny
<i>U. jaceae</i>	33,33%	0,1212	akcesor	monofag
<i>B. cardui</i>	26,67%	0,1245	akcesor	polifag różnodomny
<i>A. ulmariae</i>	26,67%	0,1133	akcesor	monofag
<i>A. podagrariae</i>	20,00%	0,1040	akcydent	monofag
<i>A. urticata</i>	20,00%	0,0850	akcydent	monofag
<i>A. acetosae</i>	13,33%	0,2574	akcydent	monofag
<i>U. obscurum</i>	13,33%	0,0654	akcydent	monofag
<i>L. psammae</i>	6,67%	0,0283	akcydent	monofag
<i>C. populeti</i>	6,67%	0,0258	akcydent	monofag

Tab. 13. Struktura dominacji na powierzchni 5.

	liczba osobników			<i>D</i>	klasa dominacji
	2005	2007	suma		
<i>C. populeti</i>	49	31	80	28,47%	eudominant
<i>C. tremulae</i>	25	33	58	20,64%	eudominant
<i>A. ulmariae</i>	32	24	56	19,93%	eudominant
<i>A. urticata</i>	37	17	54	19,22%	eudominant
<i>S. graminum</i>	13		13	4,63%	subdominant
<i>S. maydis</i>	7	4	11	3,91%	subdominant
<i>L. psammae</i>		5	5	1,78%	recedent
<i>M. artemisiae</i>		4	4	1,42%	recedent

Tab. 14. Stałość występowania gatunków mszyc (*C*), współczynnik *Q* i przynależność ekologiczna w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 5

	<i>C</i>	<i>Q</i>	klasa stałości	
<i>C. tremulae</i>	94,44%	0,4447	eukonstant	monofag
<i>A. ulmariae</i>	77,78%	0,3966	eukonstant	monofag
<i>C. populeti</i>	77,78%	0,4740	eukonstant	monofag
<i>A. urticata</i>	66,67%	0,3605	konstant	monofag
<i>S. maydis</i>	55,56%	0,1485	konstant	polifag jednodomny
<i>S. graminum</i>	50,00%	0,1531	akcesor	polifag jednodomny
<i>L. psammae</i>	38,89%	0,0839	akcesor	oligofag jednodomny
<i>M. artemisiae</i>	16,67%	0,0490	akcydent	monofag

Tab. 15. Struktura dominacji na powierzchni 6.

	liczba odnotowanych kolonii			<i>D</i>	klasa dominacji
	2006	2007	suma		
<i>A. jacobaeae</i>	189	127	316	20,68%	eudominant
<i>S. maydis</i>	200	112	312	20,42%	eudominant
<i>A. hieracii</i>	109	51	160	10,47%	eudominant
<i>A. centaureae</i>	79	74	153	10,01%	eudominant
<i>A. picridis</i>	18	58	76	4,97%	subdominant
<i>H. picridis</i>	46	23	69	4,52%	subdominant
<i>A. craccivora</i>	7	50	57	3,73%	subdominant
<i>S. dauci</i>	24	31	55	3,60%	subdominant
<i>A. sedi</i>	32	18	50	3,27%	subdominant
<i>A. sii</i>	19	16	35	2,29%	subdominant
<i>A. confusa</i>	14	13	27	1,77%	recedent
<i>A. acetosae</i>	21	4	25	1,64%	recedent
<i>D. bononii</i>	13	10	23	1,51%	recedent
<i>A. umbrella</i>		22	22	1,44%	recedent
<i>B. lychnidis</i>	22		22	1,44%	recedent
<i>A. intybi</i>	4	17	21	1,37%	recedent
<i>U. jaceae</i>	2	9	11	0,72%	subrecedent
<i>S. pimpinellae</i>	3	7	10	0,65%	subrecedent
<i>A. euphorbiae</i>	8	2	10	0,65%	subrecedent
<i>A. rumicis</i>		9	9	0,59%	subrecedent
<i>A. subnitida</i>		9	9	0,59%	subrecedent
<i>A. fabae</i>	6	3	9	0,59%	subrecedent
<i>D. crataegi</i>	9		9	0,59%	subrecedent
<i>H. foeniculi</i>	7	1	8	0,52%	subrecedent
<i>G. langei</i>	3	4	7	0,46%	subrecedent
<i>U. nigrocampanulae</i>		5	5	0,33%	subrecedent
<i>U. cichorii</i>		4	4	0,26%	subrecedent
<i>U. obscurum</i>	4		4	0,26%	subrecedent
<i>A. gossypi</i>		3	3	0,20%	subrecedent
<i>P. carlinae</i>	1	1	2	0,13%	subrecedent
<i>B. tragopogonis</i>	2		2	0,13%	subrecedent
<i>A. crepidis</i>		1	1	0,07%	subrecedent
<i>A. lambersi</i>		1	1	0,07%	subrecedent
<i>A. schilderi</i>		1	1	0,07%	subrecedent



Tab. 16. Stałość występowania gatunków mszyc (C), współczynnik Q i przynależność ekologiczna w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 6.

	C	Q	klasa stałości	
<i>S. maydis</i>	93,34%	0,4366	eukonstant	polifag jednodomny
<i>A. jacobaeae</i>	90,00%	0,4314	eukonstant	monofag
<i>A. centaureae</i>	66,69%	0,2587	konstant	monofag
<i>A. sedi</i>	59,99%	0,1400	konstant	monofag
<i>S. dauci</i>	53,34%	0,1386	konstant	monofag
<i>A. hieracii</i>	49,99%	0,2287	akcesor	monofag
<i>A. picridis</i>	46,67%	0,1523	akcesor	monofag
<i>H. picridis</i>	46,67%	0,1453	akcesor	polifag różnodomny
<i>A. craccivora</i>	43,34%	0,1273	akcesor	oligofag jednodomny
<i>A. sii</i>	36,67%	0,0917	akcesor	monofag
<i>A. acetosae</i>	30,00%	0,0700	akcesor	monofag
<i>A. euphorbiae</i>	26,67%	0,0412	akcesor	monofag
<i>B. lychnidis</i>	23,35%	0,0583	akcydent	monofag
<i>D. crataegi</i>	23,35%	0,0374	akcydent	polifag różnodomny
<i>A. confusa</i>	23,32%	0,0640	akcydent	monofag
<i>A. intybi</i>	20,00%	0,0520	akcydent	monofag
<i>S. pimpinellae</i>	20,00%	0,0361	akcydent	monofag
<i>A. fabae</i>	16,69%	0,0316	akcydent	polifag różnodomny
<i>H. foeniculi</i>	16,69%	0,0300	akcydent	polifag różnodomny
<i>A. rumicis</i>	16,67%	0,0316	akcydent	monofag
<i>D. bononii</i>	16,67%	0,0500	akcydent	monofag
<i>A. subnitida</i>	10,00%	0,0245	akcydent	monofag
<i>G. langei</i>	10,00%	0,0224	akcydent	monofag
<i>U. obscurum</i>	9,99%	0,0173	akcydent	monofag
<i>U. jaceae</i>	6,67%	0,0224	akcydent	monofag
<i>B. tragopogonis</i>	6,65%	0,0100	akcydent	monofag
<i>A. crepidis</i>	3,34%	0,0032	akcydent	monofag
<i>A. gossypi</i>	3,34%	0,0100	akcydent	polifag jednodomny
<i>A. lambersi</i>	3,34%	0,0032	akcydent	monofag
<i>A. schilderi</i>	3,34%	0,0032	akcydent	monofag
<i>A. umbrella</i>	3,34%	0,0224	akcydent	monofag
<i>P. carlinae</i>	3,34%	0,0032	akcydent	monofag
<i>U. cichorii</i>	3,34%	0,0100	akcydent	monofag
<i>U. nigrocampanulae</i>	3,34%	0,0100	akcydent	monofag

Tab. 17. Struktura dominacji na powierzchni 7.

	liczba odnotowanych kolonii			<i>D</i>	klasa dominacji
	2006	2007	suma		
<i>S. maydis</i>	154	141	295	22,01%	eudominant
<i>A. centaureae</i>	56	137	193	14,40%	eudominant
<i>A. hieracii</i>	30	99	129	9,63%	dominant
<i>A. jacobaeae</i>	30	96	126	9,40%	dominant
<i>H. picridis</i>	22	57	79	5,90%	dominant
<i>A. confusa</i>	42	32	74	5,52%	dominant
<i>S. dauci</i>	14	53	67	5,00%	subdominant
<i>A. fabae</i>	12	27	39	2,91%	subdominant
<i>A. acetosae</i>	9	26	35	2,61%	subdominant
<i>A. crepidis</i>	14	19	33	2,46%	subdominant
<i>A. intybi</i>	3	28	31	2,31%	subdominant
<i>A. euphorbiae</i>	13	15	28	2,09%	recedent
<i>A. sedi</i>	7	19	26	1,94%	recedent
<i>H. foeniculi</i>	16	6	22	1,64%	recedent
<i>A. lambersi</i>	13	7	20	1,49%	recedent
<i>B. lychnidis</i>	17	3	20	1,49%	recedent
<i>S. pimpinellae</i>	1	15	16	1,19%	recedent
<i>U. obscurum</i>	5	10	15	1,12%	recedent
<i>D. bonomii</i>	9	6	15	1,12%	recedent
<i>G. langei</i>	11	3	14	1,04%	subrecedent
<i>U. jaceae</i>	9	4	13	0,97%	subrecedent
<i>S. crataegi</i>	9	4	13	0,97%	subrecedent
<i>A. sii</i>	7	5	12	0,90%	subrecedent
<i>U. cichorii</i>	7		7	0,52%	subrecedent
<i>U. nigrocampanulae</i>		5	5	0,37%	subrecedent
<i>A. violae</i>	2	3	5	0,37%	subrecedent
<i>B. tragopogonis</i>	3	1	3	0,22%	subrecedent
<i>A. pilosellae</i>		3	3	0,22%	subrecedent
<i>A. subnitida</i>		1	1	0,07%	subrecedent

Tab. 18. Stałość występowania gatunków mszyc (C), współczynnik Q i przynależność ekologiczna w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 7.

	C	Q	klasa stałości	
<i>S. maydis</i>	93,33%	0,4532	eukonstant	polifag jednodomny
<i>A. centaureae</i>	86,67%	0,3533	eukonstant	monofag
<i>A. jacobaeae</i>	83,33%	0,2798	eukonstant	monofag
<i>A. hieracii</i>	80,00%	0,2775	eukonstant	monofag
<i>H. picridis</i>	73,33%	0,2081	konstant	polifag różnodomny
<i>A. confusa</i>	66,67%	0,1918	konstant	monofag
<i>S. dauci</i>	60,00%	0,1732	konstant	monofag
<i>A. crepidis</i>	40,00%	0,0990	akcesor	monofag
<i>A. intybi</i>	33,33%	0,0877	akcesor	monofag
<i>S. pimpinellae</i>	30,00%	0,0583	akcesor	monofag
<i>A. acetosae</i>	26,67%	0,0837	akcesor	monofag
<i>A. euphorbiae</i>	26,67%	0,0748	akcesor	monofag
<i>D. bononii</i>	23,33%	0,0529	akcydent	monofag
<i>A. fabae</i>	20,00%	0,0762	akcydent	polifag różnodomny
<i>A. sedi</i>	20,00%	0,0624	akcydent	monofag
<i>A. sii</i>	20,00%	0,0424	akcydent	monofag
<i>U. obscurum</i>	16,67%	0,0436	akcydent	monofag
<i>D. crataegi</i>	16,67%	0,0400	akcydent	polifag różnodomny
<i>H. foeniculi</i>	13,33%	0,0469	akcydent	polifag różnodomny
<i>G. langei</i>	13,33%	0,0374	akcydent	monofag
<i>A. pilosellae</i>	10,00%	0,0141	akcydent	monofag
<i>A. lambersi</i>	6,67%	0,0316	akcydent	monofag
<i>B. lychnidis</i>	6,67%	0,0316	akcydent	monofag
<i>U. jaceae</i>	6,67%	0,0245	akcydent	monofag
<i>U. cichorii</i>	6,67%	0,0173	akcydent	monofag
<i>A. violae</i>	6,67%	0,0141	akcydent	monofag
<i>B. tragopogonis</i>	6,67%	0,0141	akcydent	monofag
<i>U. nigrocampanulae</i>	6,67%	0,0141	akcydent	monofag
<i>A. subnitida</i>	6,67%	0,0032	akcydent	monofag

Tab. 19. Struktura dominacji na powierzchni 8.

	liczba osobników			<i>D</i>	klasa dominacji
	2005	2007	suma		
<i>S. maydis</i>	148	124	272	23,80%	eudominant
<i>A. centaureae</i>	97	119	216	18,90%	eudominant
<i>A. jacobaeae</i>	89	95	184	16,10%	eudominant
<i>A. hieracii</i>	47	55	102	8,92%	dominant
<i>D. crataegi</i>	54	28	82	7,17%	dominant
<i>A. confusa</i>	32	15	47	4,11%	subdominant
<i>S. dauci</i>	31	14	45	3,94%	subdominant
<i>A. intybi</i>	16	24	40	3,50%	subdominant
<i>A. fabae</i>	14	16	30	2,62%	subdominant
<i>A. molluginis</i>	17	11	28	2,45%	subdominant
<i>U. cichorii</i>	4	23	27	2,36%	subdominant
<i>S. pimpinellae</i>	19	3	22	1,92%	recedent
<i>A. crepidis</i>	12	6	18	1,57%	recedent
<i>A. chloris</i>	11	1	12	1,05%	recedent
<i>A. berteroae</i>	5	2	7	0,61%	subrecedent
<i>D. bononii</i>	4		4	0,35%	subrecedent
<i>A. catoni</i>	2	1	3	0,26%	subrecedent
<i>A. craccivora</i>		2	2	0,17%	subrecedent
<i>B. helichrysis</i>	1		1	0,09%	subrecedent
<i>B. cardui</i>	1		1	0,09%	subrecedent

Tabela 20. Stałość występowania gatunków mszyc (C), współczynnik Q i przynależność ekologiczna w oparciu o cykl życiowy i związki troficzne gatunków mszyc na powierzchni 8.

	C	Q	klasa stałości	
<i>S. maydis</i>	100,00%	0,4879	eukonstant	polifag jednodomny
<i>A. jacobaeae</i>	88,89%	0,3783	eukonstant	monofag
<i>A. centaureae</i>	77,78%	0,3834	eukonstant	monofag
<i>A. hieracii</i>	77,78%	0,2634	eukonstant	monofag
<i>D. crataegi</i>	77,78%	0,2362	eukonstant	polifag różnodomny
<i>A. confusa</i>	77,78%	0,1788	eukonstant	monofag
<i>S. dauci</i>	77,78%	0,1751	eukonstant	monofag
<i>A. intybi</i>	66,67%	0,1528	konstant	monofag
<i>S. pimpinellae</i>	66,67%	0,1131	konstant	monofag
<i>A. fabae</i>	55,56%	0,1207	konstant	polifag różnodomny
<i>A. molluginis</i>	55,56%	0,1167	konstant	monofag
<i>U. cichorii</i>	55,56%	0,1145	konstant	monofag
<i>A. chloris</i>	44,44%	0,0683	akcesor	monofag
<i>A. crepidis</i>	33,33%	0,0723	akcesor	monofag
<i>A. berteroae</i>	22,22%	0,0340	akcydent	monofag
<i>D. bononii</i>	11,11%	0,0197	akcydent	monofag
<i>A. catoni</i>	11,11%	0,0170	akcydent	polifag różnodomny
<i>A. craccivora</i>	11,11%	0,0137	akcydent	oligofag jednodomny
<i>B. helichrysis</i>	11,11%	0,0137	akcydent	polifag różnodomny
<i>B. cardui</i>	11,11%	0,0100	akcydent	polifag różnodomny

Tab.21. Wykaz gatunków mrówek występujących w badanych powierzchniach wraz z zagęszczeniem gniazd na 1m<sup>2</sup>.

l.p.	powierzchnia: gatunek:	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Formica cunicularia</i>						0,005	0,027	+
2.	<i>Formica fusca</i>		0,006	0,024	0,013	+			
3.	<i>Formica lusatica</i>						0,003	0,003	
4.	<i>Formica rufibarbis</i>						0,003	0,003	+
5.	<i>Formica cinerea</i>								+
6.	<i>Lasius brunneus</i>	0,008	+						
7.	<i>Lasius flavus</i>	+	+	0,019	0,048	+	0,253	0,221	+
8.	<i>Lasius niger</i>			0,027	0,019	+	0,504	0,309	+
9.	<i>Lasius platythorax</i>	0,086	0,056						
10.	<i>Lasius umbratus</i>	0,008	+						
11.	<i>Lasius fuliginosus</i>	+							
12.	<i>Myrmica rubra</i>	0,162	0,085	0,181	0,131	+	+	0,013	
13.	<i>Myrmica ruginodis</i>	0,074	0,070	0,016	0,021	+			
14.	<i>Myrmica rugulosa</i>						0,100	0,027	+
15.	<i>Myrmica scabrinodis</i>			0,032	0,043	+			
16.	<i>Myrmica schencki</i>						0,050	0,053	+
17.	<i>Manica rubida</i>								+
18.	<i>Solenopsis fugax</i>							0,013	+
19.	<i>Tetramorium caespitum</i>						0,050	0,013	+
20.	<i>Leptothorax acervorum</i>	0,008		0,013					
21.	<i>Leptothorax muscorum</i>	0,008	+						
22.	<i>Myrmecina graminicola</i>						0,033		
23.	<i>Stenamma debile</i>	0,024							
24.	<i>Ponera coarctata</i>						0,050		
suma:		10	8	7	6	6	11	10	10
zagęszczenie gniazd:		0,370	0,217	0,312	0,275		1,051	0,682	

Tab. 22. Wykaz gatunków mrówek odłowionych w dąbrowach za pomocą pułapek Barbera (n – liczba odłowionych osobników, % - procentowy udział w całkowitej liczbie odłowionych osobników).

gatunek:	powierzchnia 1				powierzchnia 2			
	2006		2007		2006		2007	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>L. platythorax</i>	97	12,93%	60	12,85%	103	23,73%	108	25,65%
<i>L. flavus</i>								
<i>L. umbratus</i>								
<i>L. fuliginosus</i>	1	0,13%						
<i>L. brunneus</i>								
<i>M. rubra</i>	444	59,20%	259	55,46%	163	37,56%	161	38,24%
<i>M. ruginodis</i>	203	27,07%	148	31,69%	166	38,25%	139	33,02%
<i>S. debile</i>	2	0,27%						
<i>L. acervorum</i>	3	0,40%						
<i>L. muscorum</i>								
<i>F. fusca</i>					2	0,46%	13	3,09%
suma:	750		467		434		421	

Tab. 23. Wykaz gatunków mrówek odłowionych w łąkach wilgotnych za pomocą pułapek Barbera (n – liczba odłowionych osobników, % - procentowy udział w całkowitej liczbie odłowionych osobników).

gatunek:	powierzchnia 3				powierzchnia 4			
	2006		2007		2006		2007	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>L. niger</i>	45	3,18%	41	6,64%	38	4,66%	37	10,66%
<i>F. fusca</i>	263	18,55%	82	13,29%	84	10,31%	40	11,53%
<i>M. rubra</i>	699	49,29%	409	66,29%	304	37,30%	158	45,53%
<i>M. ruginodis</i>	90	6,35%	48	7,78%	99	12,15%	25	7,20%
<i>M. scabrinodis</i>	321	22,64%	37	6,00%	290	35,58%	87	25,07%
suma:	1418		617		815		347	

Tab. 24. Wykaz gatunków mrówek odłowionych w murawach kserotermicznych za pomocą pułapek Barbera (n – liczba odłowionych osobników, % - procentowy udział w całkowitej liczbie odłowionych osobników).

gatunek:	powierzchnia 6				powierzchnia 7			
	2006		2007		2006		2007	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>L. niger</i>	2193	92,45%	2581	87,67%	532	82,87%	2357	89,89%
<i>F. lusatica</i>	57	2,40%	50	1,70%	16	2,49%	38	1,45%
<i>F. rufibarbis</i>	52	2,19%	71	2,41%	30	4,67%	71	2,71%
<i>F. cunicularia</i>	46	1,94%	150	5,10%	42	6,54%	140	5,34%
<i>M. schencki</i>	2	0,08%	4	0,14%	7	1,09%	5	0,19%
<i>M. rugulosa</i>	7	0,30%	46	1,56%	11	1,71%	8	0,31%
<i>M. graminicola</i>	1	0,04%						
<i>P. coarctata</i>	1	0,04%						
<i>L. flavus</i>	11	0,46%	27	0,92%				
<i>M. rubra</i>	2	0,08%	15	0,51%				
<i>T. caespitum</i>					4	0,62%	3	0,11%
suma:	2372		2944		642		2622	



Tab. 25. Wykaz gatunków mszyc według częstości odwiedzania ich kolonii przez mrówki.

L.p.	gatunek	% odwiedzanych kolonii	liczba zliczonych kolonii	liczba odwiedzających gatunków mrówek	klasa
1.	<i>A. acetosae</i>	100,00%	77	3	I
2.	<i>A. confusa</i>	100,00%	101	1	I
3.	<i>A. crepidis</i>	100,00%	34	1	I
4.	<i>A. euphorbiae</i>	100,00%	38	1	I
5.	<i>A. gossypi</i>	100,00%	3	1	I
6.	<i>A. lambersi</i>	100,00%	21	1	I
7.	<i>A. picridis</i>	100,00%	76	1	I
8.	<i>A. pilosellae</i>	100,00%	3	1	I
9.	<i>A. pomi</i>	100,00%	9	1	I
10.	<i>A. sambuci</i>	100,00%	6	1	I
11.	<i>A. schilderi</i>	100,00%	1	1	I
12.	<i>A. sedi</i>	100,00%	76	1	I
13.	<i>A. sii</i>	100,00%	47	1	I
14.	<i>A. subnitida</i>	100,00%	10	1	I
15.	<i>A. ulmariae</i>	100,00%	26	3	I
16.	<i>A. viburni</i>	100,00%	32	2	I
17.	<i>A. violae</i>	100,00%	5	1	I
18.	<i>B. tragopogonis</i>	100,00%	6	1	I
19.	<i>C. salicti</i>	100,00%	5	1	I
20.	<i>D. bonomii</i>	100,00%	39	1	I
21.	<i>D. crataegi</i>	100,00%	22	1	I
22.	<i>G. langei</i>	100,00%	21	1	I
23.	<i>H. foeniculi</i>	100,00%	30	1	I
24.	<i>P. carlinae</i>	100,00%	2	1	I
25.	<i>P. tremulae</i>	100,00%	7	2	I
26.	<i>S. dauci</i>	100,00%	122	1	I
27.	<i>S. pimpinellae</i>	100,00%	25	2	I
28.	<i>T. dryophila</i>	100,00%	51	4	I
29.	<i>A. jacobaeae</i>	99,00%	442	4	I
30.	<i>A. hieracii</i>	98,90%	289	1	I
31.	<i>A. intybi</i>	98,53%	52	1	I
32.	<i>A. centaureae</i>	96,35%	346	2	I

33.	<i>A. idaei</i>	95,00%	190	3	I
34.	<i>C. populeti</i>	94,40%	458	4	I
35.	<i>A. umbrella</i>	91,30%	22	1	I
36.	<i>B. lychnidis</i>	90,35%	42	2	I
37.	<i>A. craccivora</i>	89,47%	57	1	I
38.	<i>A. podagrariae</i>	88,89%	32	2	I
39.	<i>H. picridis</i>	88,77%	148	1	I
40.	<i>A. frangulae</i>	88,20%	269	3	I
41.	<i>P. bumeliae</i>	87,50%	8	1	I
42.	<i>B. cardui</i>	86,55%	34	5	I
43.	<i>A. fabae</i>	83,93%	706	5	I
44.	<i>A. urticata</i>	83,33%	18	2	I
45.	<i>A. rumicis</i>	81,75%	15	2	I
46.	<i>A. ruborum</i>	81,00%	9	2	I
47.	<i>A. epipactis</i>	66,70%	6	2	II
48.	<i>S. maydis</i>	66,48%	718	4	II
49.	<i>A. solani</i>	63,64%	22	4	II
50.	<i>C. carduinus</i>	60,87%	46	5	III
51.	<i>T. annulatus</i>	50,00%	2	1	III
52.	<i>C. tremulae</i>	30,60%	155	3	IV
53.	<i>I. asiaticum</i>	27,20%	73	2	IV
54.	<i>L. psammae</i>	16,67%	6	1	V
55.	<i>U. obscurum</i>	12,50%	36	3	V
56.	<i>U. jaceae</i>	11,87%	46	3	V
57.	<i>R. padi</i>	7,14%	21	1	V
58.	<i>C. avellanae</i>	0,00%	1	0	VI
59.	<i>D. platanoidis</i>	0,00%	5	0	VI
60.	<i>H. pruni</i>	0,00%	1	0	VI
61.	<i>M. coryli</i>	0,00%	3	0	VI
62.	<i>P. testudinaceus</i>	0,00%	2	0	VI
63.	<i>S. fragariae</i>	0,00%	14	0	VI
64.	<i>U. cichorii</i>	0,00%	11	0	VI
65.	<i>U. cirsii</i>	0,00%	2	0	VI
66.	<i>U. nigrocampanulae</i>	0,00%	10	0	VI

Tab. 26. Wykaz wartości wskaźnika W dla poszczególnych zbiorowisk roślinnych. (M.c.-Q.r. - *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*, M.c. - *Molinietum ceruleae*, S.-Ph. – *Sileno-Phleetum*; F.u. – *Filipendulion ulmariae*, C.-B. – *Cirsio-Brachypodion*).

	zbiorowisko				
	M.c.-Q.r.	M.c.	S.-Ph.	F.u.	C.-B.
<i>S. maydis</i>		5,54%	30,32%	1,10%	27,17%
<i>A. fabae</i>	1,43%	43,27%	3,26%		4,08%
<i>A. jacobaeae</i>			35,30%		29,39%
<i>A. centaureae</i>			30,78%		38,43%
<i>C. populeti</i>	42,10%	0,46%		14,87%	
<i>A. hieracii</i>			36,96%		26,09%
<i>A. frangulae</i>	50,00%				
<i>C. tremulae</i>	36,38%			27,23%	
<i>A. idaei</i>	50,00%				
<i>S. dauci</i>			36,53%		26,95%
<i>A. confusa</i>			34,12%		31,76%
<i>H. picridis</i>			50,00%		
<i>D. crataegi</i>			10,58%		78,85%
<i>A. intybi</i>			28,26%		43,48%
<i>A. ulmariae</i>		15,85%		68,29%	
<i>A. acetosae</i>		11,04%	38,96%		
<i>A. picridis</i>			50,00%		
<i>A. sedi</i>			50,00%		
<i>I. asiaticum</i>	50,00%				
<i>A. urticata</i>		12,50%		75,00%	
<i>A. craccivora</i>			48,31%		3,39%
<i>A. crepidis</i>			32,69%		34,62%
<i>T. dryophila</i>	42,16%	7,84%			
<i>A. sii</i>			50,00%		
<i>S. pimpinellae</i>			26,60%		46,81%
<i>C. carduinus</i>		50,00%			
<i>U. jaceae</i>		23,91%	26,09%		
<i>D. bononii</i>			45,35%		9,30%
<i>B. lychnidis</i>			50,00%		

<i>A. euphorbiae</i>			50,00%		
<i>U. obscurum</i>		23,61%	26,39%		
<i>B. cardui</i>		48,57%			2,86%
<i>A. podagrariae</i>		50,00%			
<i>A. viburni</i>	50,00%				
<i>H. foeniculi</i>			50,00%		
<i>A. molluginis</i>					100,00%
<i>A. solani</i>		50,00%			
<i>A. umbrella</i>			50,00%		
<i>A. lambersi</i>			50,00%		
<i>G. langei</i>			50,00%		
<i>R. padi</i>		50,00%			
<i>A. rumicis</i>		20,00%	30,00%		
<i>S. fragariae</i>	50,00%				
<i>S. graminum</i>				100,00%	
<i>A. chloris</i>					100,00%
<i>L. psammae</i>		27,27%		45,45%	
<i>U. cichorii</i>			28,95%		71,05%
<i>A. subnitida</i>			50,00%		
<i>U. nigrocampanulae</i>			50,00%		
<i>A. pomi</i>	50,00%				
<i>A. ruborum</i>	50,00%				
<i>P. bumeliae</i>	50,00%				
<i>P. tremulae</i>	50,00%				
<i>A. berteroae</i>					100,00%
<i>A. epipactis</i>	50,00%				
<i>A. sambuci</i>	50,00%				
<i>B. tragopogonis</i>			50,00%		
<i>A. violae</i>			50,00%		
<i>C. salicti</i>	50,00%				
<i>D. platanoidis</i>	50,00%				
<i>M. artemisiae</i>				100,00%	
<i>A. catoni</i>					100,00%

<i>A. gossypi</i>			50,00%		
<i>A. pilosellae</i>			50,00%		
<i>M. coryli</i>	50,00%				
<i>B. helichrysis</i>					100,00%
<i>P. carlinae</i>			50,00%		
<i>P. testudinaceus</i>	50,00%				
<i>T. annulatus</i>	50,00%				
<i>U. cirsii</i>		50,00%			
<i>A. schilderi</i>			50,00%		
<i>C. avellanae</i>	50,00%				
<i>H. pruni</i>		50,00%			

Tab. 27. Wartości wskaźników różnorodności gatunkowej dla poszczególnych powierzchni badawczych (pow. 1 i 2 – *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; pow. 3 i 4 – *Molinietum caeruleae*; pow. 5 – *Filipendulion ulmariae*; pow. 6 i 7 – *Sileno-Phleetum*; pow. 8 – *Cirsio-Brachypodion*).

powierzchnia	wskaźnik różnorodności Shannona-Weavera		wskaźnik równomierności Pielou	wskaźnik różnorodności Brillouina	wskaźnik różnorodności Simpsona		
	$H'$	$H_{max}$	$J'$	$\hat{H}$	próbkowa różnorodność rzeczywista	potencjalna różnorodność gatunkowa	stopień odchylenia rzeczywistego stanu zgrupowania od potencjalnego
1	1,772	2,890	61,31%	1,723	0,735	0,944	77,86%
2	1,882	2,397	78,49%	1,844	0,815	0,909	89,66%
3	1,045	2,565	40,74%	1,006	0,446	0,923	48,32%
4	1,818	2,485	73,16%	1,766	0,723	0,917	78,84%
5	1,723	2,079	82,86%	1,667	0,796	0,875	90,97%
6	2,598	3,526	73,67%	2,550	0,884	0,971	91,04%
7	2,702	3,367	80,24%	2,652	0,899	0,965	93,16%
8	2,287	2,996	76,34%	2,248	0,862	0,950	90,74%

Tab. 28. Wskaźniki mozaikowatości badanych powierzchni oparte o metodę analizy dyskryminacyjnej (pow. 1 i 2 – *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; pow. 3 i 4 – *Molinietum caeruleae*; pow. 5 – *Filipendulion ulmariae*; pow. 6 i 7 – *Sileno-Phleetum*; pow. 8 – *Cirsio-Brachypodion*).

powierzchnia	liczba gatunków	numeryczny wskaźnik mozaikowatości środowiska	gatunkowy wskaźnik mozaikowatości zbiorowiska
		$D_n$	$D_s$
1	18	0,4985	0,5555
2	11	0,9823	0,8182
3	13	0,1654	0,1538
4	12	0,5030	0,9167
5	8	0,8078	0,8750
6	34	0,5805	0,8529
7	29	0,7798	0,9655
8	20	0,9851	0,7500

Tab.29. Procent kolonii mszyc nie odwiedzanych przez mrówki w poszczególnych powierzchniach badawczych (pow. 1 i 2 – *Molinio caeruleae-Quercetum roboris*; pow. 3 i 4 – *Molinietum caeruleae*; pow. 6 i 7 – *Sileno-Phleetum*).

	kolonie nie odwiedzane [%]	SD	min. [%]	maks. [%]
powierzchnia 1	11,59	11,92	01,24	37,50
powierzchnia 2	40,64	17,73	07,41	50,00
powierzchnia 3	42,41	09,33	26,54	50,00
powierzchnia 4	23,85	17,17	05,88	57,14
powierzchnia 6	07,67	03,97	03,40	16,22
powierzchnia 7	08,83	04,06	02,13	16,30